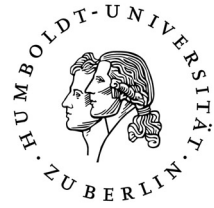


HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN



Institut für Biologie der Humboldt Universität zu Berlin

DIPLOMARBEIT

**Effizienz und Funktionalität einer stationären
Amphibien- und Kleintierschutzanlage in Berlin-
Buch**

Mit besonderer Berücksichtigung der Wanderphänologie von Amphibien

zum Erwerb des akademischen Grades

DIPLOM – BIOLOGE

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I

Institut für Biologie

Ellen Dunkel

Prof. Dr. Thomas Buckhout (PhD)

Gutachter: 1. PD Dr. Rolf Schneider, Humboldt-Universität zu Berlin
2. Prof. Dr. Dieter Wallschläger, Universität Potsdam

eingereicht: Berlin, im Mai 2005

Dunkel, Ellen

Effizienz und Funktionalität einer stationären Amphibien- und Kleintierschutzanlage
in Berlin-Buch, Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, 2004; 75 Seiten: 27
Abbildungen, 15 Tabellen

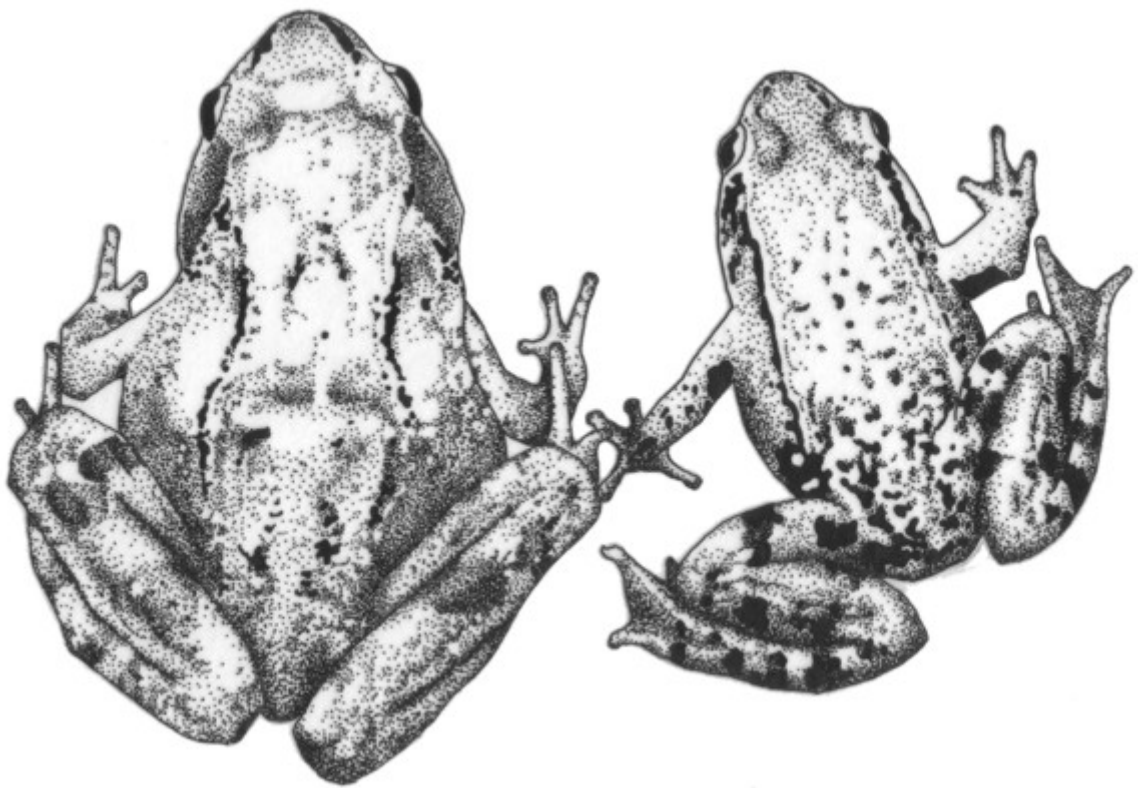


Abbildung 1: Grasfrosch (*Rana temporaria*) und Teichfrosch (*Rana* kl. *esculenta*), gezeichnet von Julia Schultz nach Originalfotos von Amphibien der stationären Schutzanlage

| | | |
|----------|---|-----------|
| 0 | INHALT | |
| 1 | EINLEITUNG | 5 |
| 2 | MATERIAL UND METHODEN | 8 |
| 2.1 | UNTERSUCHUNGSGEBIET BUCHER FORST | 8 |
| 2.2 | AMPHIBIEN- UND KLEINTIERSCHUTZEINRICHTUNG | 11 |
| 2.3 | METHODEN | 14 |
| 2.4 | AUSWERTUNG | 16 |
| 3 | ERGEBNISSE | 17 |
| 3.1 | AMPHIBIENWANDERUNG 2004 | 17 |
| 3.1.1 | <i>Erdkröte - Bufo bufo LINNAEUS, 1758</i> | 17 |
| 3.1.2 | <i>Moorfrosch - Rana arvalis, NILSSON, 1842</i> | 22 |
| 3.1.3 | <i>Grasfrosch – Rana temporaria LINNAEUS, 1758</i> | 25 |
| 3.1.4 | <i>Teichfrosch – Rana kl. esculenta LINNAEUS, 1758</i> | 28 |
| 3.1.5 | <i>Teichmolch – Triturus vulgaris LINNAEUS, 1758</i> | 30 |
| 3.1.6 | <i>Vergleich der Frühjahrswanderung der Amphibien</i> | 32 |
| 3.2 | WEITERE KLEINTIERARTEN | 34 |
| 3.2.1 | <i>Ordnung Squamata (Echsen und Schlangen)</i> | 34 |
| 3.2.2 | <i>Ordnung Insectivora (Insektenfresser)</i> | 36 |
| 3.2.3 | <i>Ordnung Rodentia (Nagetiere)</i> | 37 |
| 3.3 | AKZEPTANZ, FUNKTIONALITÄT UND EFFIZIENZ DER SCHUTZEINRICHTUNG | 38 |
| 3.3.1 | <i>Akzeptanz und Funktionalität</i> | 38 |
| 3.3.2 | <i>Effizienz</i> | 45 |
| 3.4 | VERGLEICH DER AMPHIBIENWANDERUNG 2004 MIT DEM JAHR 2002 | 46 |
| 4 | DISKUSSION | 48 |
| 4.1 | AMPHIBIENWANDERUNG 2004 | 48 |
| 4.2 | WEITERE KLEINTIERARTEN | 54 |
| 4.3 | AKZEPTANZ, FUNKTIONALITÄT UND EFFIZIENZ DER SCHUTZEINRICHTUNG | 57 |
| 4.4 | VERGLEICH DER AMPHIBIENWANDERUNGEN 2002 UND 2004 | 60 |
| 4.5 | VERGLEICH VON STATIONÄREN SCHUTZANLAGEN | 60 |
| 4.6 | UNTERHALTUNG UND PFLEGE DER ANLAGE | 66 |
| 5 | ZUSAMMENFASSUNG | 68 |
| 6 | SUMMARY | 69 |
| 7 | DANKSAGUNG | 70 |
| 8 | LITERATUR | 72 |
| 9 | ERKLÄRUNG | 75 |

Einleitung

Aufgrund der wassergebundenen Fortpflanzungsbiologie der Amphibien stellen die Laichgewässer das Zentrum des Jahreslebensraumes dar. Hier treffen sich im Frühjahr bzw. Frühsommer die laichwilligen Tiere einer Population, um sich zu paaren und abzulaichen. Die übrige Zeit des Jahres halten sie sich an Land in artspezifisch unterschiedlichen Entfernungen vom Laichplatz auf. Dabei wurden für die Erdkröte Wanderstrecken von über 3 000 Metern nachgewiesen. Häufig wandern diese Tiere über weite Strecken, was in unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft oft sehr erschwert bzw. mit einem erheblichen Risiko verbunden ist (BLAB 2002). Daher wird der saisonale Ortswechsel der Amphibien zwischen den einzelnen Habitaten durch hohe Verluste auf zu überquerenden Straßen begleitet.

Folglich ergibt sich eine besondere Bedrohung der Amphibien durch das in den letzten Jahren enorm gestiegene Verkehrsaufkommen und dem fortgesetzten Ausbau des Straßennetzes in den neuen Bundesländern. In diesem Zusammenhang sei auf die besondere Situation Brandenburgs als Transitland mit der zentralen Lage Berlins verwiesen (SCHNEEWEIß 2004). Zusätzlich ist seit dem Mauerfall 1989 ein rapider Anstieg der in Berlin gemeldeten Kraftfahrzeuge zu verzeichnen. Der Verkehr nahm auf den Straßen deutlich zu. Als Beispiel sei hier die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) der Schönerlinder Chaussee in Berlin-Buch mit 5 000 bis 10 000 Kfz in 24 Stunden erwähnt [B].

Zum regionalen Rückgang der Amphibien kommt ebenfalls das globale Amphibiensterben hinzu. Rund ein Drittel aller Frosch-, Kröten- und Lurcharten weltweit sind vom Aussterben bedroht. 40 Prozent aller Amphibien leiden derzeit unter Populationschwund. Laut der IUCN (International Union for Conservation of Nature) sind die Amphibien zum einen durch den Verlust an Lebensraum, zum anderen durch Übernutzung gefährdet. Frösche und Kröten sind besonders anfällig für Veränderungen in der Umwelt, da ihre durchlässige Haut sie empfindlich auf Trockenheit, Schadstoffe und Krankheitskeime reagieren lässt (HAAS 2004).

Um so wichtiger ist der Schutz der autochthonen Amphibienarten hier in Deutschland geworden. Seit zirka 30 Jahren richtet sich die Aufmerksamkeit verstärkt auf den technischen Amphibienschutz durch stationäre Amphibienschutzanlagen. Zahlreiche solcher stationärer Anlagen wurden in ganz Deutschland gebaut. Im Gegensatz zu mobilen Fangzäunen haben die stationären Schutzanlagen zahlreiche Vorteile. Erwähnt sei hier besonders der ganzjährige Schutz der Amphibien. Auch der personelle Aufwand und der Pflegeaufwand lassen sich durch eine stationäre Schutzanlage minimieren. Leider werden jedoch in diesen wirtschaftlich schwierigen Zeiten zuerst die oft hohen finanziellen Ausgaben für solche Anlagen gesehen. Einerseits ist dies aus ökonomischer Sicht durchaus verständlich, andererseits kann es in einigen Jahren bereits zu spät für den Schutz von Amphibien sein. Der Laubfrosch z. B. ist bereits vor dem Zweiten Weltkrieg in Berlin ausgestorben.

Die Presse hegte ebenfalls ein großes Interesse am Bau der hier untersuchten Schutzanlage. Im Vorfeld wurde die öffentliche Meinung durch den starken Angriff von Seiten der Presse beeinflusst. Diese Diplomarbeit kann zu einer Versachlichung des Themas beitragen.

Demnach ist es von großer Bedeutung, derartig neu gebaute stationäre Schutzanlagen auf deren Funktionalität, Effizienz und Akzeptanz zu überprüfen. Anhand der Untersuchung sind nicht nur Aussagen über die Effizienz der betreffenden Anlage, sondern auch Anregungen für die Optimierung und Weiterentwicklung zukünftiger technischer Amphibienschutzanlagen möglich. Leider gibt es noch keine einheitliche Anleitung bzw. Empfehlung hinsichtlich durchgeführter Effizienzkontrollen solcher Schutzanlagen. Daher bleibt es jedem selbst überlassen, eine geeignete Methodik zu wählen. Funktionskontrollen sind bereits verbindlich vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vorgeschrieben worden (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN (Hrsg.) 2000).

Diese Kontrollen können in Form eines in Auftrag gegebenen Gutachtens oder im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen durchgeführt werden. In diesem Fall erfolgte die Effizienzkontrolle im Rahmen einer Diplomarbeit im Studiengang Biologie. Diese wurde vom Naturschutzbund (NABU) Berlin initiiert und von Herrn Dr. Rolf Schneider von der Humboldt-Universität zu Berlin betreut.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Effizienz, Funktionalität und Akzeptanz der stationären Schutzanlage

Untersucht wurde,

- wie viele Kleintiere die Durchlässe nutzten und wie viele Kleintiere Verkehrsopfer entlang der stationären Schutzanlage wurden (*Effizienz*).
- wie die *Funktionalität* der Anlage anhand gemessener Witterungsdaten und der räumlichen Verteilung der Amphibien (Tunnelfrequentierung) einzuschätzen ist.
- und welche Kleintierarten (Amphibien, Reptilien, Kleinsäuger) die Tunnel der stationären Anlage durchquerten (*Akzeptanz*).

2. Wanderphänologie der Amphibien

Erfasst wurde die tages- und jahreszeitliche Wanderaktivität der Amphibien in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag (Wanderphänologie).

Es war nicht Ziel dieser Arbeit, Einzelindividuen durch Markierungsversuche zu untersuchen.

1 Material und Methoden

1.1 Untersuchungsgebiet Bucher Forst

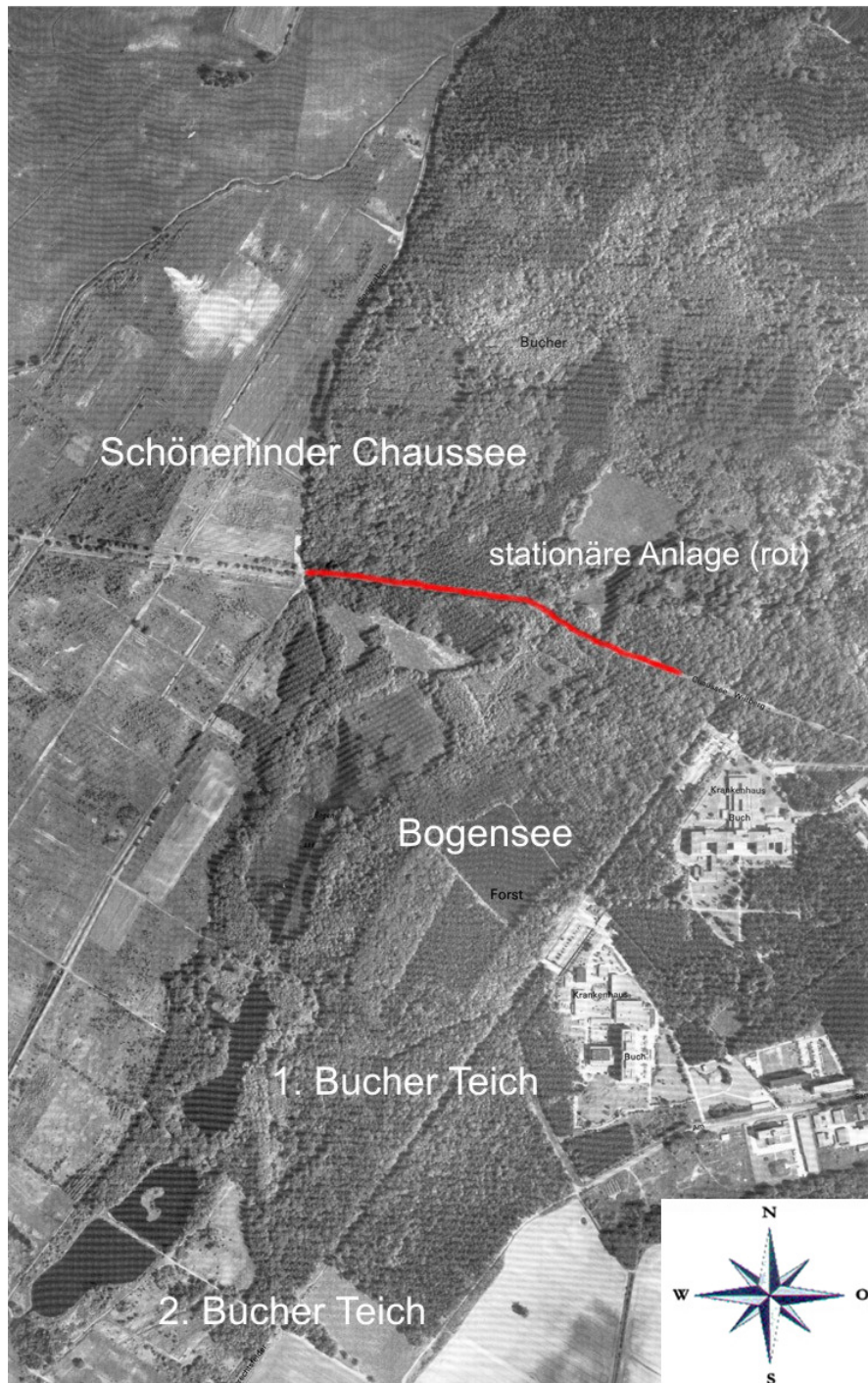


Abbildung 2: Luftbildaufnahme des Gebietes Bucher Forst, 1993 herausgegeben von der Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen, Abt. V Vermessungswesen, Flug 1992, Bild 452C (verändert)

Der Bucher Forst stellt einen Teil des 131 Hektar großen „Naturschutzgebietes Bogenseekette und Lietzengrabenniederung“ dar, welches wiederum nahezu vollständig vom „Landschaftsschutzgebiet Buch“ des Bezirkes Pankow von Berlin umschlossen wird. Im Süden wird dieses Gebiet streckenweise durch die Autobahn des nördlichen Berliner Ringes (A10), im Osten durch die Ortslage Buch und ehemalige Rieselfelder begrenzt. Im Norden und Westen erstreckt sich das Landschaftsschutzgebiet bis zur Berliner Landesgrenze (nach GESETZ- UND VERORDNUNGSBLATT FÜR BERLIN 2003).

Die Bogenseekette befindet sich im westlichen Teil des Bucher Forstes und wird vom Seegraben durchflossen. Auf nassen Standorten des Forstes und in Seenähe gedeihen Erlenbruchwälder. Im Bereich der Gewässerufer wachsen Weidenbüsche und ausgedehnte Röhrichte, in denen Wasserschwaden und Schilf verbreitet sind. Die Teiche und Gräben sowie die Wald- und Wiesenflächen bilden ein reich strukturiertes und abwechslungsreiches Mosaik an feuchten bis trockenen Lebensräumen, die insbesondere für die vorkommende Fauna gute Lebensbedingungen bieten. Für die Herpetofauna wurden Erdkröte, Moorfrosch, Grasfrosch und Teichmolch sowie große Ringelnatterpopulationen nachgewiesen (KLEMM UND LINDNER 1995).

Tabelle 1: Rote Liste der Amphibien und Reptilien von Berlin. 0 = ausgestorben, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, n = nicht in Roter Liste geführt, * = an der stationären Anlage nachgewiesene Amphibien (nach JEDICKE (Hrsg.) 1997)

| | <i>Berlin</i> | <i>Brandenburg</i> | <i>Deutschland</i> |
|----------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Erdkröte* | 3 | 3 | n |
| Kreuzkröte | 1 | 2 | 3 |
| Wechselkröte | 2 | 2 | 3 |
| Rotbauchunke | 1 | 1 | 2 |
| Laubfrosch | 0 | 1 | 2 |
| Knoblauchkröte | 3 | 3 | 3 |
| Moorfrosch* | 3 | 3 | 3 |
| Grasfrosch* | 3 | 3 | n |
| Teichfrosch* | n | 2 | 3 |
| Kleiner Wasserfrosch | 1 | 2 | 3 |
| Seefrosch | 3 | 2 | 3 |
| Teichmolch* | n | n | n |
| Kammolch | 2 | 2 | 2 |

Der verlandete, flache, polytrophe Bogensee im Bucher Forst besitzt einen ausgedehnten Röhrichtgürtel. Die bis Mitte der 80er-Jahre erfolgte Rieselfeldnutzung in der Umgebung der Bogenseekette führte zu starken Nährstoffeinträgen, in deren Folge dieser verschlammte. Vier Fischarten wurden im Bogensee nachgewiesen. Am Südufer des Sees besteht eine Rohrverbindung zu den Bucher Teichen. Die in den Bucher Teichen vorkommenden Fischarten sind auf Besatz zurückzuführen (SENSTADTUM 1993).

Durch das Naherholungsgebiet „Bucher Forst“ führt die zweispurige Schönerlinder Chaussee, die eine wichtige Transitstrecke zwischen dem Brandenburger Umland und Berlin darstellt. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens dieser stark befahrenen Straße mit bis zu 400 Kfz pro Stunde wird die Umwelt für Tiere und Pflanzen beeinträchtigt. Jährlich wurde eine große Anzahl von Amphibien Opfer des Straßenverkehrs, da die Schönerlinder Chaussee eine Migrationsbarriere der Amphibienpopulation auf dem Weg zu deren Laichgewässer (Bogenseekette) darstellt. Um dem entgegenzuwirken, wurden seit dem Frühjahr 1994 temporäre Amphibienschutzzäune aufgestellt, die seit 1995 vom Naturschutzbund (Bezirksgruppe Pankow), der Revierförsterei Buch und ehrenamtlichen Helfern betreut wurden. Im Jahr 2003 wurde an der Schönerlinder Chaussee eine der modernsten stationären Amphibien- und Kleintierschutzanlagen erbaut (NATURSCHUTZBUND 2001, PROJEKTANTRAG). Dazu wurde auf einer Länge von 675 Metern beiderseits der Straße ein Leitsystem gekoppelt mit fünfzehn Untertunnelungen der Straße, installiert.

1.2 Amphibien- und Kleintierschutzeinrichtung

Die Firma Zieger (Oberhausen-Reinhausen) plante und installierte diese stationäre Schutzanlage. Beiderseits der Straßenränder wurden Leitsteine (Lungauer-Elemente) auf einer Länge von 675 Metern entlang des Amphibien-Wanderkorridors errichtet. Einer dieser Beton-Leitsteine hat eine Länge von fünf Metern und eine Masse von 1,3 Tonnen. Dieser nach EU-Richtlinien angefertigte Leitstein ist obenerdig mit Erde angeböschst und fällt optisch von der Straßenseite her nicht auf.



Abbildung 3: 2003 gebaute stationäre Schutzanlage an der Schönerlinder Chaussee, Berlin, sichtbar sind die parallel zur Straße verlaufenden Beton-Leitsteine und die eingebauten Beton-Kastendurchlässe mit davor aufgebauter Eimer-Netzfalle

Das Leitsystem entlang der Straße hat eine Höhe von 50 Zentimetern und kann daher nicht von den Amphibien und anderen Kleintieren überwunden werden. Die Amphibien wandern folglich entlang der Leiteinrichtung, bis diese von einem der insgesamt 15 Durchlässe unterbrochen wird. Amphibien und andere Kleintiere gelangen daher nicht auf die Straße.

Es handelt sich bei den Durchlässen um offene zugängliche Zweiwegröhren, welche gleichzeitig für die Hin- und Rückwanderung genutzt werden können. Diese Untertunnelungen der Straße haben einen offenen Boden mit natürlicher Bodenbeschaffenheit (Stelztunnel). Dies bedeutet, dass das Kleinklima, die Erdwärme und die Bodenfeuchte als wichtige Faktoren für die erfolgreiche Wanderung der Amphibien erhalten bleiben (ZIEGER unveröff.). Bei plötzlich auftretendem Wetterwechsel besteht für die Amphibien somit die Möglichkeit, sich zum Schutz einzugraben.

Weiterhin wurden insgesamt sechs Gitterroste im Bereich von einmündenden Forst- und Wanderwegen errichtet. Diese bestehen aus einem U-Profilkasten (Betonrinne), welcher mit einem Gitterrost abgedeckt ist. Die Schutzanlage wurde am 27. August 2003 offiziell ihrer Bestimmung übergeben (NATURSCHUTZBUND 2003).

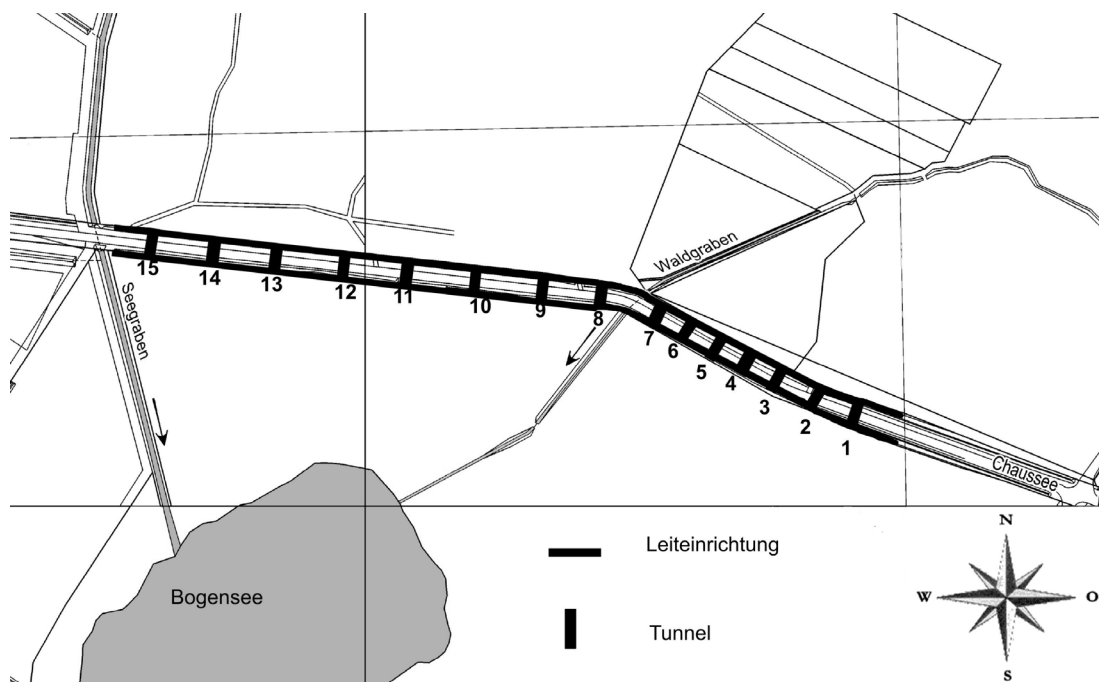


Abbildung 4: Ausschnittskarte (geändert) der Schönerlinder Chaussee in Berlin-Buch mit Lage der Tunnel und Leiteinrichtung, herausgegeben von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abt. III Geoinformation, Vermessung, Wertemittlung, GeoDataService 1 : 5 000

Technische Daten der Anlage

- Leiteinrichtung beiderseits der Straße auf einer Länge von 675 Metern und einer Höhe von 50 Zentimeter
- Leiteinrichtung bestehend aus Beton-Leitsteinen (Lungauer Elemente) mit einer Länge von fünf Metern und einer Masse von 1,3 Tonnen
- Leiteinrichtung alle 30 - 50 Meter von insgesamt fünfzehn Durchlässen unterbrochen
- Tunnel verlaufen mit einer Länge von 10,90 Meter unter der Schönerlinder Chaussee hindurch und sind 1 Meter breit und 0,60 Meter hoch
- sechs Gitterroste im Bereich der einmündenden Straßen (Forstwege, Wanderwege).

1.3 Methoden

Um die Zahl der Amphibien festzustellen, welche die Anlage durchquerten, wurden an den Durchlässen Eimerfallen aufgebaut. Da die Hauptwanderrichtung der Amphibien im Frühjahr in Richtung Laichplatz (Bogenseekette) ist, wurden elf Eimer mit einem Volumen von je zehn Litern an den Durchlässen ebenerdig eingegraben. Somit fielen die in Richtung Laichgewässer wandernden Amphibien nach dem Passieren der Tunnel in die Eimerfallen, welche zusätzlich von einem zirka 40 Zentimeter hohen Netz umgeben waren, um nur die durch den Tunnel gewanderten Amphibien und nicht die ankommende Tiere zu registrieren.



Abbildung 5: Fangvorrichtung am Ausgang eines Durchlasses mit ebenerdig eingegrabenem Eimer und umgebenem Netz, Blick von oben

Vier Eimerfallen wurden auf der anderen Straßenseite vor den Durchlässen aufgestellt, um eventuell dem Laichgewässer entgegen wandernde Tiere nicht zu behindern und ebenfalls zu registrieren. Nach Abschluss der Laichplatzwanderung und dem Beginn der Rückwanderung zu den Sommer- bzw. Wintergebieten der Amphibien, wurden am 23. April 2004 die Eimerfallen so umgesetzt, dass elf Durchlässe nun in Richtung nördlicher Bucher Forst (Wald) und vier in Richtung Bogenseekette passierbar waren.

Diese 15 Eimerfallen wurden täglich morgens in der Zeit vom 6. Februar 2004 bis 6. November 2004 (275 Tage) auf Amphibien und andere Kleintiere kontrolliert. Die Kontrollen fanden vorwiegend nach Sonnenaufgang statt, um die in der Nacht gewanderten Amphibien zu zählen. Dabei wurden folgende Parameter für die Amphibien registriert: Art, Geschlecht, Erscheinungsform (adult, subadult, juvenil), Fundort (Nummer des Tunnels). Für andere Kleintiere wurden Art, Fundort und wenn möglich Erscheinungsform festgehalten. Nach der Datenaufnahme wurden die Tiere aus den Eimerfallen frei gelassen.

Ebenfalls wurde bei den täglichen Kontrollen die Schönerlinder Chaussee entlang der Anlage auf überfahrene Amphibien und Kleintiere abgesucht und die Anzahl protokolliert.

Ferner wurden Parameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bodentemperatur und Windgeschwindigkeit direkt an der stationären Anlage (Messgerätesatz testo 451; testotherm, Lenzkirch) erhoben. Dazu wurden an zehn Tagen in den Abendstunden der beginnenden Amphibienwanderung diese Parameter an zehn verschiedenen Messpunkten der stationären Anlage aufgenommen. Fünf Messpunkte befanden sich in ein Meter Tiefe an fünf Durchlässen, fünf weitere wurden entlang der Leiteinrichtung festgelegt und zwei Referenzwerte (freies Feld, Wald) wurden gemessen. Weiterhin wurden Bodenproben von allen Durchlässen und den Referenzwerten genommen und deren Bodenfeuchte bestimmt. Anhand dieser Einflussgrößen können Aussagen über die Funktionalität der Anlage getroffen werden, und inwieweit diese Parameter die Amphibien während ihrer Wanderung durch die Durchlässe beeinflussen könnten.

Ebenfalls wurde bei der Auswertung die Tagesmitteltemperatur und die Niederschlagsmenge der Wetterstation Berlin-Buch einbezogen, da die Wanderaktivität der Amphibien von diesen Faktoren abhängig ist.

1.4 Auswertung

Da Amphibien überwiegend in den Abend- und Nachtstunden wandern und sich somit die Temperaturen und die Niederschläge des vorangegangenen Tages auf die Wanderaktivität der Amphibien in den Abendstunden auswirken, wurden bei der Auswertung die täglich in den Morgenstunden gesammelten Daten mit den Klimadaten des vorherigen Tages ins Verhältnis gesetzt.

Die in dieser Arbeit verwendeten statistischen Tests wurden nach den von KÖHLER et al. (1996) und LAMPRECHT (1999) beschriebenen Verfahren durchgeführt.

2 Ergebnisse

2.1 Amphibienwanderung 2004

Der gesamte Untersuchungszeitraum vom 6. Februar bis 6. November 2004 wurde in drei Abschnitte unterteilt, welche im Folgenden einzeln ausgewertet werden. Der erste Teilabschnitt beschäftigt sich mit der Laichplatzwanderung der Amphibien im Frühjahr (5.2. - 22.4.2004). Danach erfolgen die Ergebnisse der Abwanderung ins Sommerquartier (23.4. - 31.7.2004) und die Herbstwanderung der Amphibien (1.8. - 5.11.2004). Bei der Anzahl von Tunneldurchläufen sind Doppelzählungen von Amphibien nicht auszuschließen, da sie während der Hin- und Rückwanderung die Durchlässe benutzt haben können.

2.1.1 Erdkröte - *Bufo bufo* LINNAEUS, 1758

Im gesamten Zeitraum wurden 1 056 Tunneldurchläufe von Erdkröten registriert. Diese Anzahl setzte sich aus 1 003 adulten, 27 subadulten und 26 juvenilen Erdkröten zusammen.

A Frühjahrswanderung

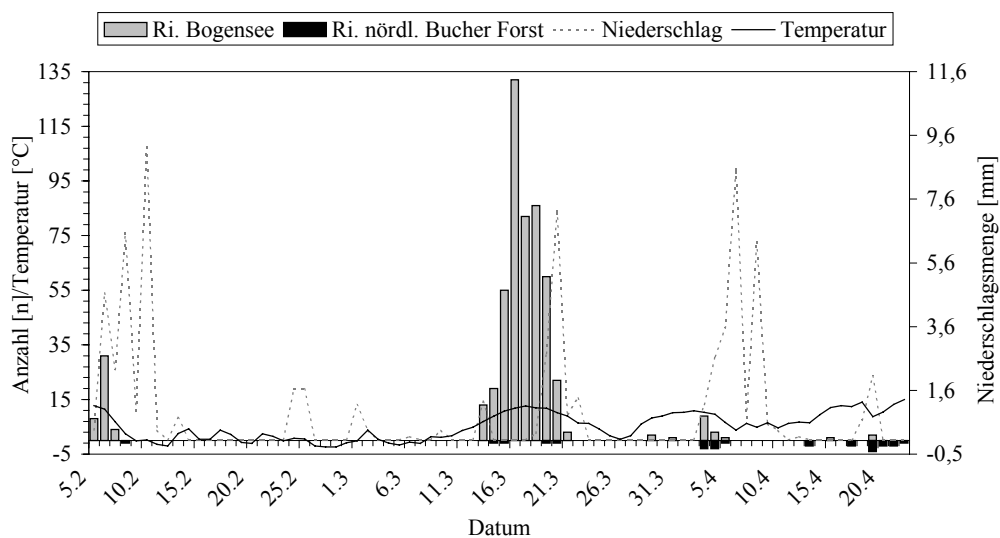


Abbildung 6: Wanderaktivität der Erdkröte (*Bufo bufo*) vom 5.2. - 22.4.2004 (Ri.= Richtung)

Die Wanderaktivität der Erdkröte (siehe Abb. 6) verlief in zwei Wellen. Die erste Welle begann bereits Anfang Februar nach einem plötzlichem Anstieg der Lufttemperatur über 10 °C im Tagesmittel und umfasste 44 Individuen. Diese einsetzende Wanderung wurde durch einen Temperaturrückgang am 8. Februar unterbrochen. Die zweite Welle setzte am 13. März nach einem deutlichen Temperaturanstieg und einer erhöhten Niederschlagsmenge ein. Die Welle dauerte neun Tage an und setzte sich aus insgesamt 476 Individuen zusammen. Der Peak dieser zweiten Welle war am 16. März mit 132 Erdkröten.

Eine kleinere dreitägige Welle mit 23 Erdkröten erfolgte am 3. April. Die Frühjahrswanderung der Erdkröte verlief überwiegend in Richtung Bogenseekette (siehe Abb. 6), welche für die Amphibien die Laichgewässer darstellen. Einige Tiere wanderten auch in die entgegengesetzte Richtung (siehe Abb. 6: Richtung nördl. Bucher Forst). Die Abwanderung der Erdkröten in die Sommerquartiere setzte am 19. April zunächst mit einer geringen Anzahl von Tieren ein. Die erste und zweite Wanderwelle wurden jeweils von einer Überzahl an Männchen eingeleitet (siehe Abb. 7). Die Weibchen waren ab dem sechsten Tag der zweiten Welle der Zahl nach stärker als die Männchen vertreten.

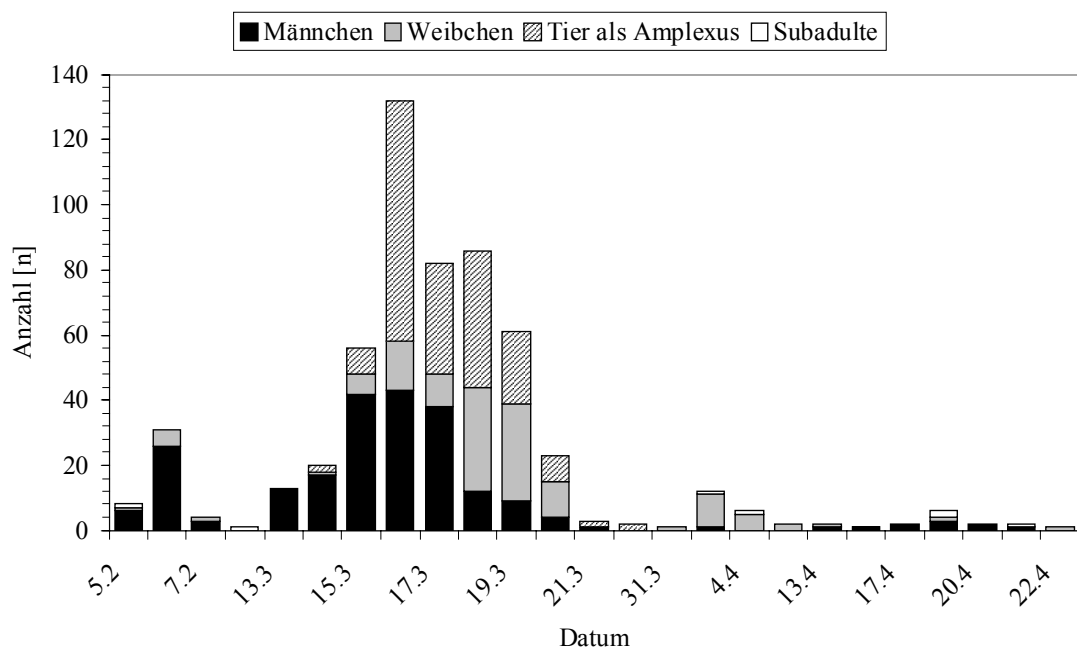


Abbildung 7: Geschlechterverteilung der Erdkröte (*Bufo bufo*) vom 5.2. – 22.4.2004

In der Zeit vom 14. bis 29. März waren die Amphibien auch als Amplexus-Paare unterwegs. Dabei umklammert das paarungsbereite Männchen das Weibchen und wird von diesem zum Laichgewässer getragen. Am 16. März (Peak) waren 74 Tiere bzw. 37 Paare als Amplexus auf dem Weg zum Laichgewässer. Das Geschlechterverhältnis der Erdkröten war während dieser Zeit 1,4 Männchen zu 1 Weibchen (n=552).

Tabelle 2: Zusammenfassung der Frühjahrswanderung der Erdkröten

Frühjahrswanderung

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>) | 5.2. – 22.4.2004 |
| Anzahl | 559 (552 Adulti, 7 Subadulti) |
| Peak | 16.3. (n = 132) |
| Geschlechterverhältnis | 1,4 ♂ : 1 ♀ (n = 552) |

B Abwanderung ins Sommerquartier

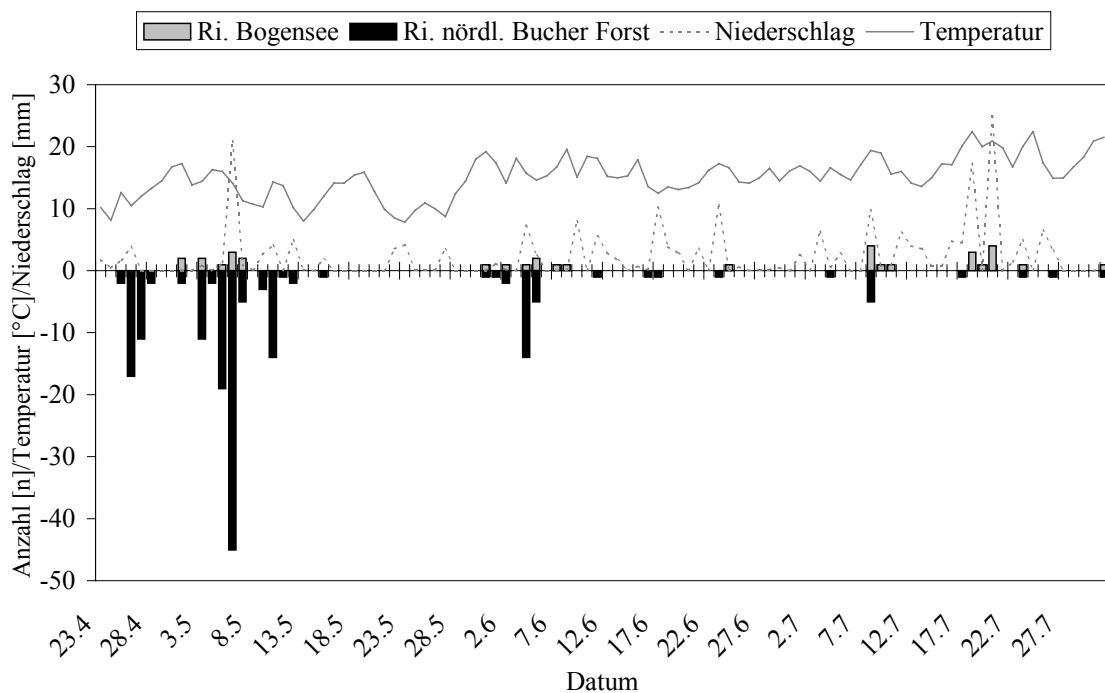


Abbildung 8: Wanderaktivität der Erdkröte (*Bufo bufo*) vom 23.4. – 31.7.2004 (Ri. = Richtung)

Nachdem die Rückwanderung der Erdkröten vom Laichgewässer in Richtung nördlicher Bucher Forst mit einer geringen Anzahl von Tieren am 19. April begonnen hatte, verlief diese ebenfalls wellenförmig und war sichtbar abhängig von der Niederschlagsmenge.

Am 6. Mai war der Peak mit 45 Tieren, welche in Richtung Wald (Bucher Forst) wanderten. In den folgenden Monaten Juni und Juli waren vereinzelt Tiere in beiden Richtungen unterwegs (siehe Abbildung 8).

Tabelle 3: Zusammenfassung der Sommerwanderung der Erdkröten

| Sommerwanderung | |
|-------------------------------|---|
| Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>) | 24.4. – 31.7.2004 |
| Anzahl | 206 (195 Adulti, 10 Subadulti, 1 Juvenil) |
| Peak | 6.5. (n = 45) |

C Herbstwanderung

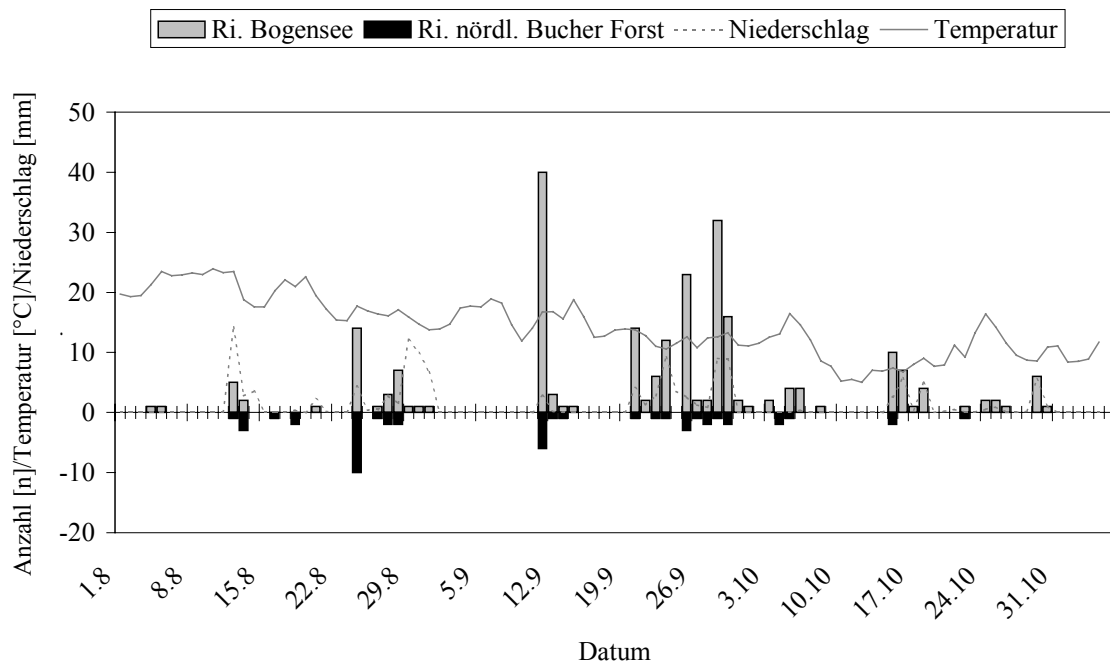


Abbildung 9: Wanderaktivität der Erdkröte (*Bufo bufo*) vom 1.8. – 5.11.2004 (Ri. = Richtung)

Im Untersuchungszeitraum wurden in den Monaten September und Oktober mehr Tunneldurchläufe von Erdkröten in Richtung Bogenseekette (Laichgewässer) verzeichnet als in Richtung nördlicher Bucher Forst. Der Peak war am 12. September mit 40 Erdkröten in Richtung Bogensee. Die letzten Erdkröten wurden Ende Oktober in den Fallen vorgefunden (Abb. 9).

Tabelle 4: Zusammenfassung der Herbstwanderung der Erdkröten

| Herbstwanderung | |
|-------------------------------|---|
| Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>) | 1.8. – 5.11.2004 |
| Anzahl | 291 (257 Adulti, 9 Subadulti, 25 juvenil) |
| Peak | 12.9. (n = 40) |

D Abwanderung der juvenilen Amphibien

Im Zeitraum vom 27. Juli bis 17. Oktober 2004 wurden insgesamt 26 juvenile Erdkröten verteilt über 18 Tage bei den Kontrollen gezählt.

2.1.2 Moorfrosch - *Rana arvalis*, NILSSON, 1842

Im Untersuchungszeitraum vom 6. Februar bis 6. November wurden insgesamt 609 Tunneldurchläufe von Moorfroschen protokolliert. Diese Anzahl setzt sich aus 558 Adulten und 51 Subadulten zusammen. Hinzu kommen 268 Durchläufe von juvenilen Fröschen der Arten Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Grasfrosch (*Rana temporaria*). Aufgrund starker Ähnlichkeiten in der Gestalt der juvenilen Moor- und Grasfrösche konnten diese beiden Arten unter Feldbedingungen nicht eindeutig differenziert werden und wurden demzufolge zu juvenilen Braunfröschen zusammengefasst. Diese juvenilen Braunfrösche wurden bei beiden Arten jeweils mit berücksichtigt und in den folgenden Abbildungen mit einbezogen.

A Frühjahrswanderung

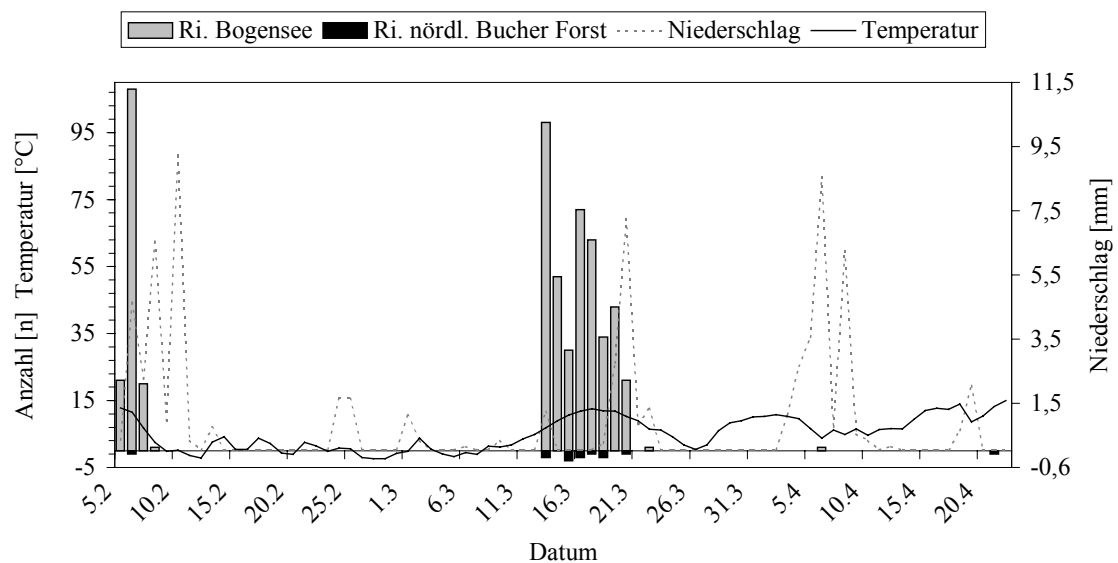


Abbildung 10: Wanderaktivität des Moorfrosches (*Rana arvalis*) vom 5.2. - 22.4.2004 (Ri. = Richtung)

Die Wanderaktivität des Moorfrosches in Richtung Bogenseekette begann ebenfalls, wie bei der Erdkröte, Ende Februar nach einem plötzlichem Temperaturanstieg (siehe Abb. 10: Richtung Bogensee). Bei dieser ersten Welle zeigte sich der Peak am 6. Februar mit 108 Moorfroschen. Die zweite Welle begann am 13. März und stellt gleichzeitig den Peak der zweiten Welle mit 98 Tieren dar.

Auch findet eine kleine Wanderung in Richtung Wald (Bucher Forst) statt (siehe Abb. 10: Richtung nördl. Bucher Forst).

Nach dem Abbläichen begann die Rückwanderung der adulten und subadulten Moorfrosche von der Bogenseekette in Richtung Wald (Bucher Forst) am 21. April und umfasste nur wenige Tiere.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Frühjahrswanderung des Moorfrosches

| Frühjahrswanderung | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Moorfrosch (<i>Rana arvalis</i>) | 5.2. – 22.4.2004 |
| Anzahl | 578 (539 Adulti, 39 Subadulti) |
| Peak | 6.2. (n = 108) |
| Geschlechterverhältnis | 1♂ : 2,1♀ (n = 539) |

B Abwanderung ins Sommerquartier

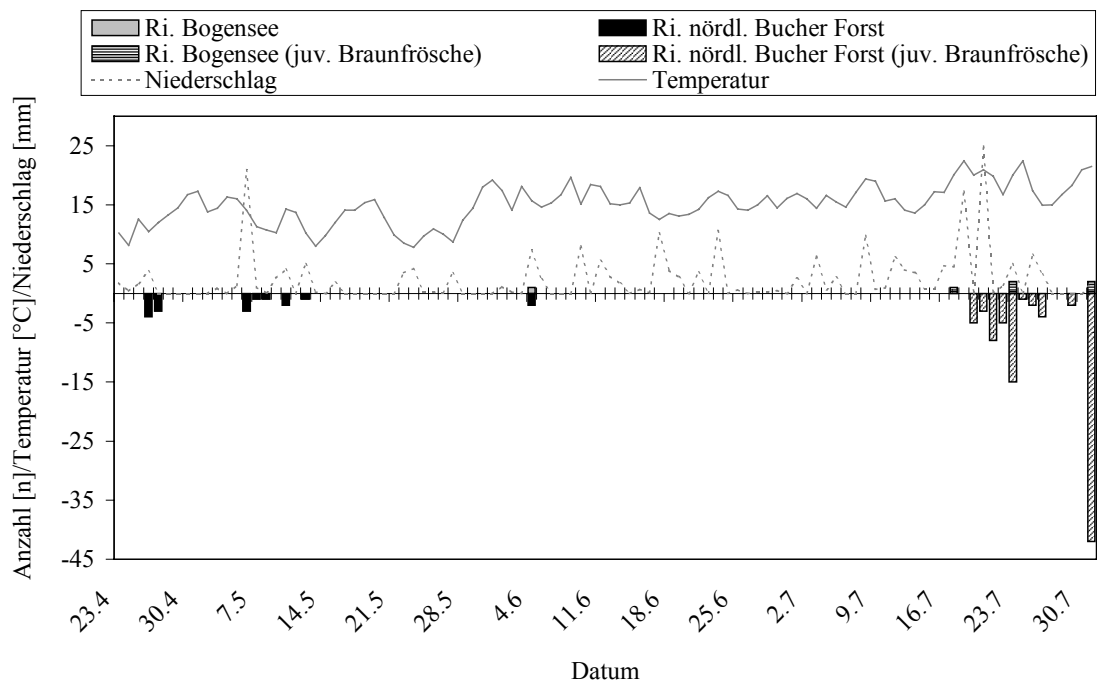


Abbildung 11: Wanderaktivität des Moorfrosches (*Rana arvalis*) und der juvenilen Braunfrösche (*Rana arvalis/temporaria*) vom 23.4. – 31.7.2004 (Ri. = Richtung, juv. = juvenile)

Nachdem die Wanderung bzw. die Abwanderung der adulten und subadulten Moorfrösche von der Bogenseekette in Richtung Wald (Bucher Forst) am 21. April bereits begonnen hatte (siehe Abb. 10), setzte sich diese im April und Mai mit wenigen Tieren fort (siehe Abb. 11: Richtung nördl. Bucher Forst). Die juvenilen Frösche des Moorfrosches (*Rana arvalis*) und des Grasfrosches (*Rana temporaria*) wurden ab dem 17. Juli erfasst und in den Abbildungen als juvenile Braunfrösche benannt. Der Peak am 31. Juli umfasste 43 Jungtiere.

C Herbstwanderung

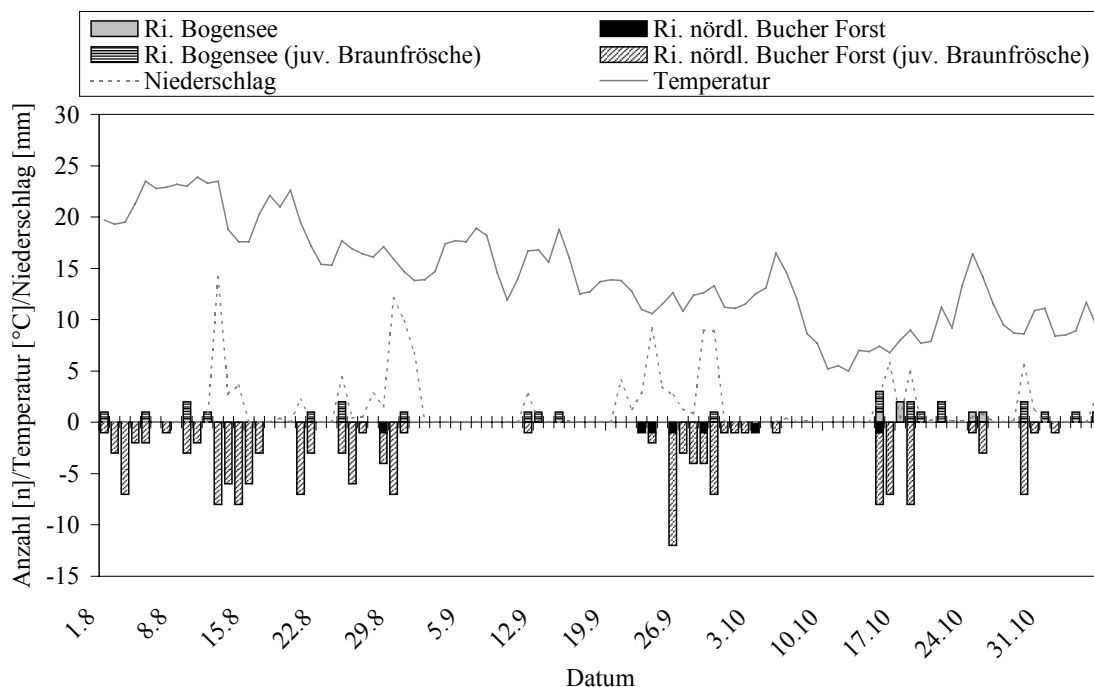


Abbildung 12: Wanderaktivität des Moorfrosches (*Rana arvalis*) und der juvenilen Braunfrösche (*Rana arvalis/temporaria*) vom 31.7. – 5.11.2004 (Ri. = Richtung, juv. = juvenile)

In der Abbildung 12 ist zu sehen, dass die Rückwanderung der adulten und subadulten Moorfrösche in diesem Zeitraum anhand weniger Tunneldurchläufe verdeutlicht wird (siehe Abb. 12: Ri. nördl. Bucher Forst). Die juvenilen Braunfrösche sind im gesamten dargestellten Zeitraum vertreten. Die Hauptwanderrichtung von der Bogenseekette zum Wald (Bucher Forst) wird im September nur durch eine sehr niederschlagsarme Periode unterbrochen (siehe Abb. 12: Richtung nördl. Bucher Forst).

2.1.3 Grasfrosch – *Rana temporaria* LINNAEUS, 1758

Im Zeitraum der täglichen Kontrollen (6.2. – 6.11.2004) wurden insgesamt 222 Tunneldurchläufe von adulten und subadulten Grasfröschen vermerkt. Hinzu kommen weiterhin die bereits bei den Moorfröschen erwähnten 268 Durchläufe von juvenilen Braunfröschen.

A Frühjahrswanderung

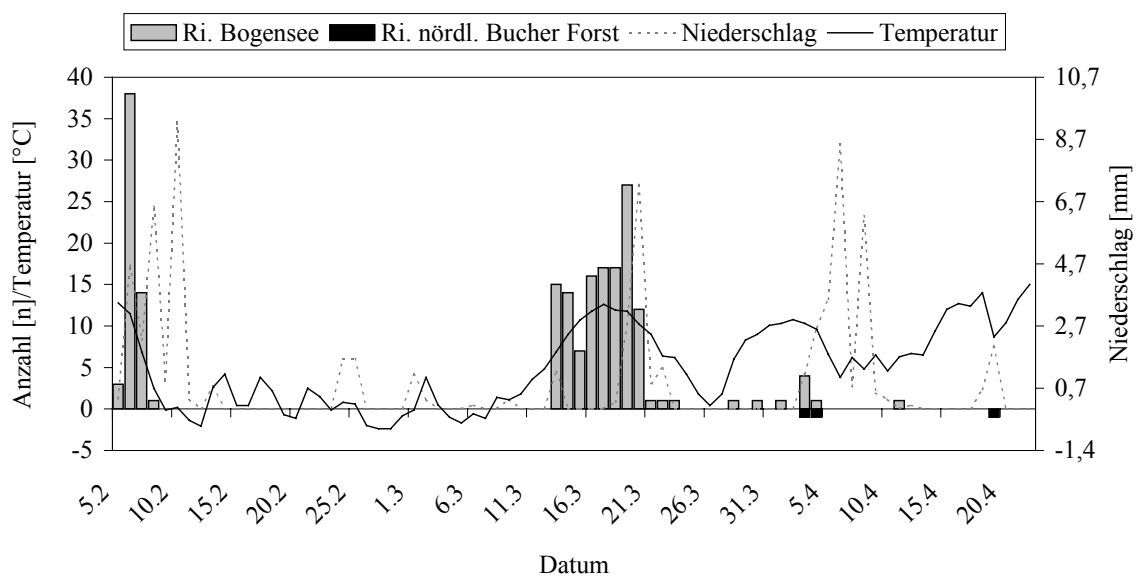


Abbildung 13: Wanderaktivität des Grasfrosches (*Rana temporaria*) vom 5.2. – 22.4.2004 (Ri. = Richtung)

Wie auch bei den vorangegangenen Arten erstreckte sich die Hinwanderung des Grasfrosches vom Wald (Bucher Forst) in Richtung Bogenseekette in zwei Wellen. Die erste Welle Anfang Februar wird durch einen Peak mit 38 Tieren gekennzeichnet. Die am 13. März beginnende Welle hat den 2. Peak am 19. März mit 27 adulten und subadulten Grasfröschen (siehe Abb. 13). Während dieser beiden Wanderwellen in Richtung Laichplatz waren keine Grasfrösche in die entgegengesetzte Richtung unterwegs. Die Abwanderung der Grasfrösche vom Laichplatz ins Sommerquartier begann am 19. April.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Frühjahrswanderung des Grasfrosches

Frühjahrswanderung

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>) | 5.2. – 23.4.2004 |
| Anzahl | 196 (177 Adulti, 19 Subadulti) |
| Peak | 19.3. (n = 27) |
| Geschlechterverhältnis | 1♂ : 1,2♀ (n = 177) |

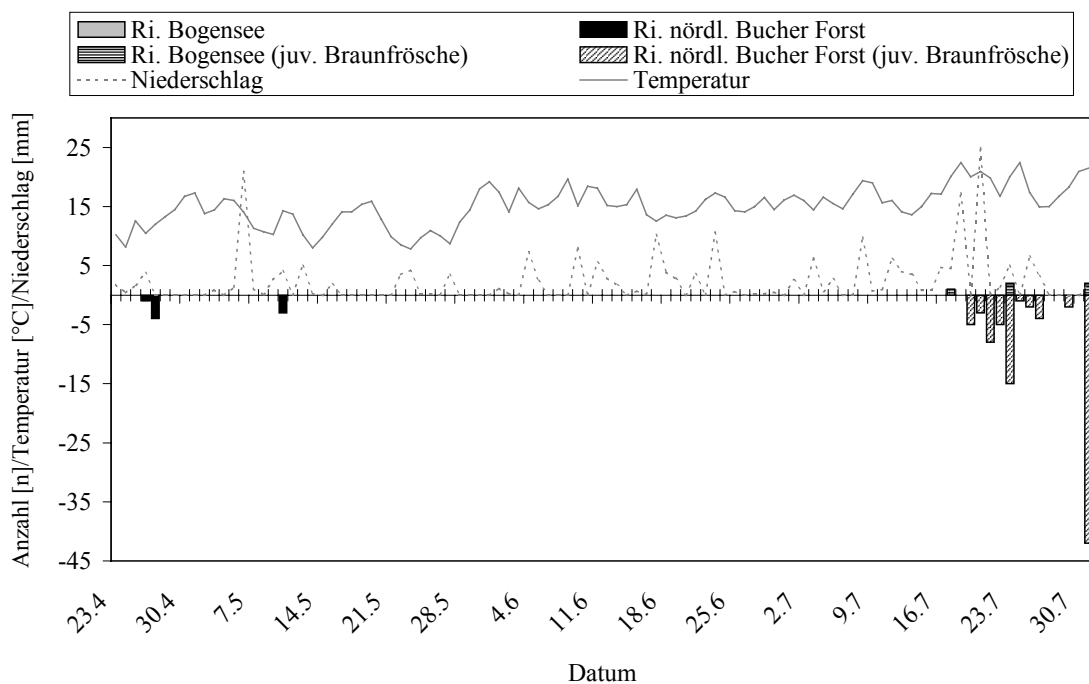
B Abwanderung ins Sommerquartier

Abbildung 14: Wanderaktivität des Grasfrosches (*Rana temporaria*) und der juvenilen Braunfrösche (*Rana arvalis/temporaria*) vom 23.4. – 31.7.2004 (Ri. = Richtung, juv. = juvenile)

Die Rückwanderung der adulten und subadulten Grasfrösche, die am 19. April begonnen hatte, wurde im April und Mai nur von vereinzelten Tieren fortgesetzt (siehe Abb. 14). Wie bereits auch in Abb. 11 ersichtlich ist, setzte die Wanderung der juvenilen Braunfrösche am 17. Juli ein und hatte am 31. Juli mit 43 Tieren ihren Peak.

C Herbstwanderung

Anhand von Abbildung 15 ist zu sehen, dass die Wanderaktivität der adulten und subadulten Grasfrösche in diesem Zeitraum anhand weniger Tunneldurchläufe verdeutlicht wird.

Ab Mitte Oktober sind wieder vereinzelte Grasfrösche in Richtung Bogenseekette unterwegs (siehe Abb. 15: Richtung Bogensee). Die juvenilen Braunfrösche sind beinahe in diesem gesamten dargestellten Zeitraum vertreten. Die Hauptwanderrichtung von der Bogenseekette zum Wald (Bucher Forst) wird im September nur durch eine sehr niederschlagsarme Periode unterbrochen (siehe Abb. 15: Richtung nördl. Bucher Forst (juv. Braunfrösche)).

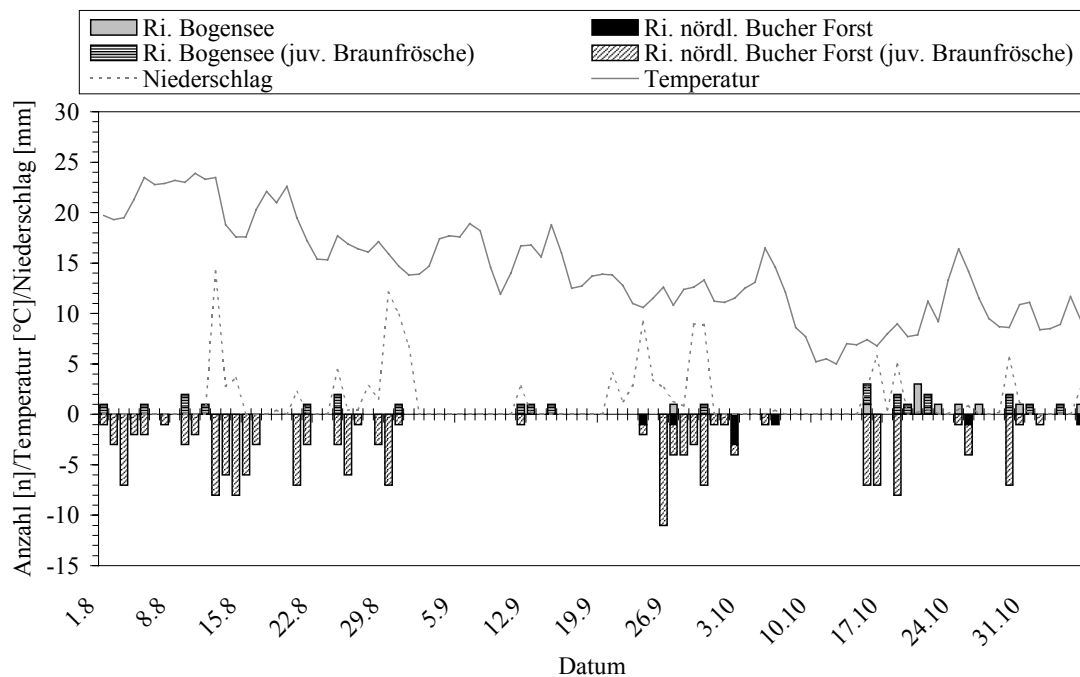


Abbildung 15: Wanderaktivität des Grasfrosches (*Rana temporaria*) und der juvenilen Braunfrösche (*Rana arvalis/temporaria*) vom 31.7. – 5.11.2004 (Ri. = Richtung, juv. = juvenile)

2.1.4 Teichfrosch – *Rana kl. esculenta* LINNAEUS, 1758

Im Zeitraum der Datenaufnahme vom 6. Februar bis 6. November 2004 wurden insgesamt 188 Durchläufe von Teichfröschen in den Tunnel der Anlage gezählt. Die Anzahl setzt sich aus 38 adulten, 18 subadulten und 132 juvenilen Teichfröschen zusammen.

A Frühjahrswanderung – Teil 1

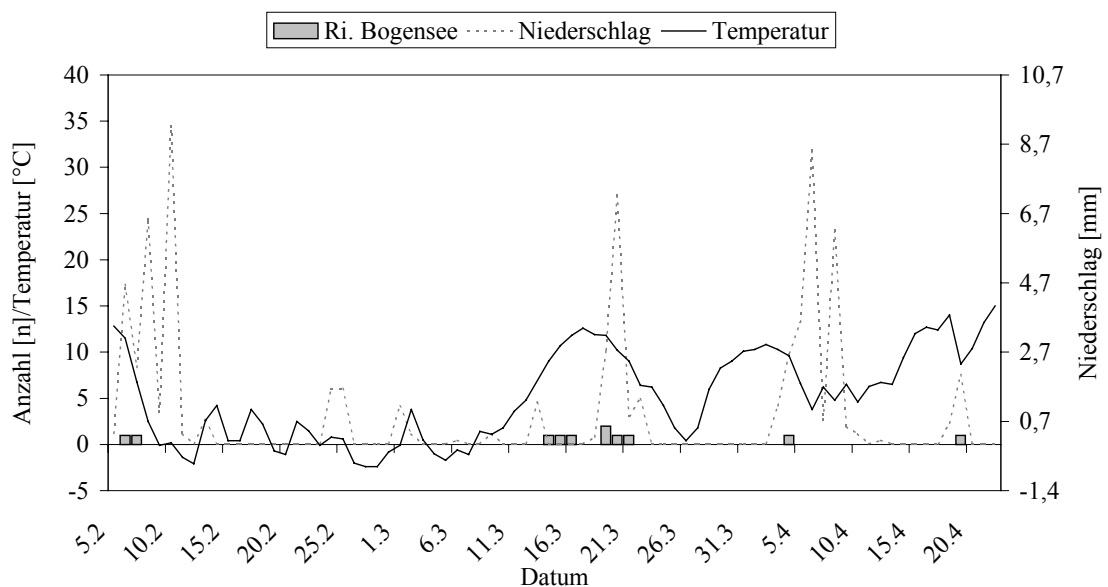


Abbildung 16: Wanderaktivität des Teichfrosches (*Rana kl. esculenta*) vom 5.2. – 22.4.2004 (Ri. = Richtung)

Die Wanderaktivität des Teichfrosches im ersten Drittel des Untersuchungszeitraumes wird durch elf Durchläufe illustriert. Diese adulten Teichfrösche passierten Anfang Februar und Mitte März die stationäre Anlage (siehe Abb. 16).

B Frühjahrswanderung – Teil 2

In Abbildung 17 ist zu erkennen, dass im Mai und Juni eine Wanderaktivität in beiden Richtungen besteht. Die größere Anzahl von Teichfröschen wanderte Anfang Juni in Richtung Bogenseekette und eine kleine Anzahl in Richtung Wald (Bucher Forst).

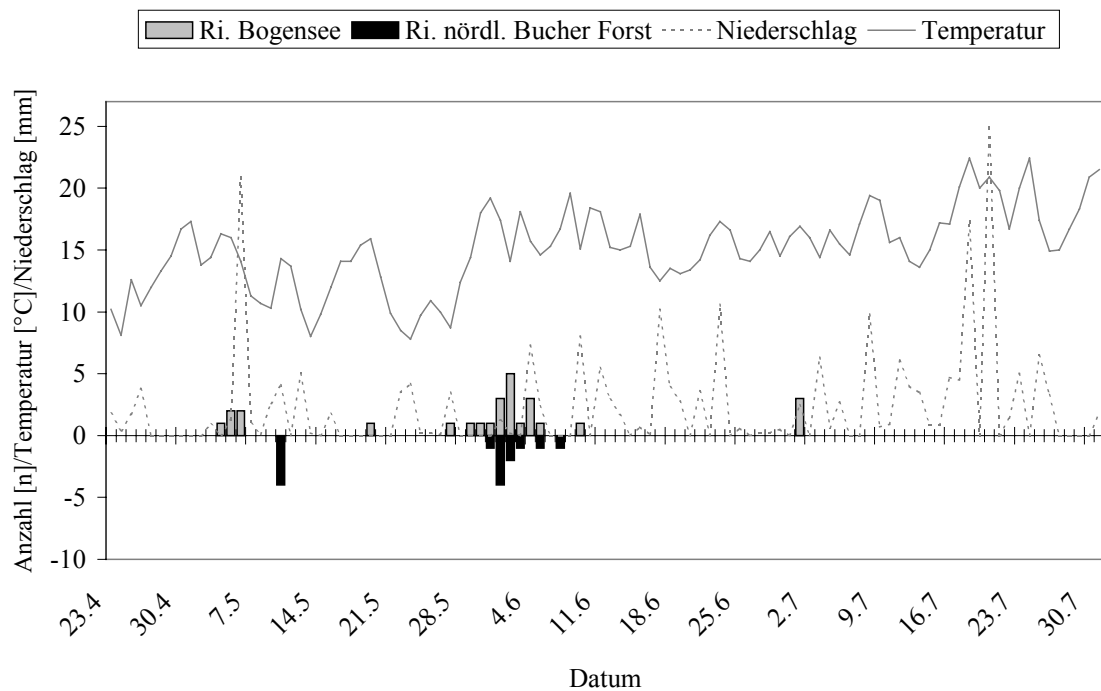


Abbildung 17: Wanderaktivität des Teichfrosches (*Rana kl. esculenta*) vom 23.4. – 31.7.2004 (Ri. = Richtung)

C Herbstwanderung

Abbildung 18 zeigt, dass am 14. August eine große Wanderaktivität in Richtung Wald (Bucher Forst) vorhanden ist. Diese Rückwanderung der juvenilen und subadulten Teichfrösche erstreckte sich vom 13. August bis 7. September. Vereinzelt waren danach ebenfalls noch Tiere bei den morgendlichen Kontrollen in den Eimerfallen vorzufinden (siehe Abb. 18: Richtung nördl. Bucher Forst). Einige juvenile und subadulte Teichfrösche waren im gleichen Zeitraum auch in die entgegengesetzte Richtung vom Bucher Forst in Richtung Bogenseekette unterwegs (siehe Abb. 18: Richtung Bogensee).

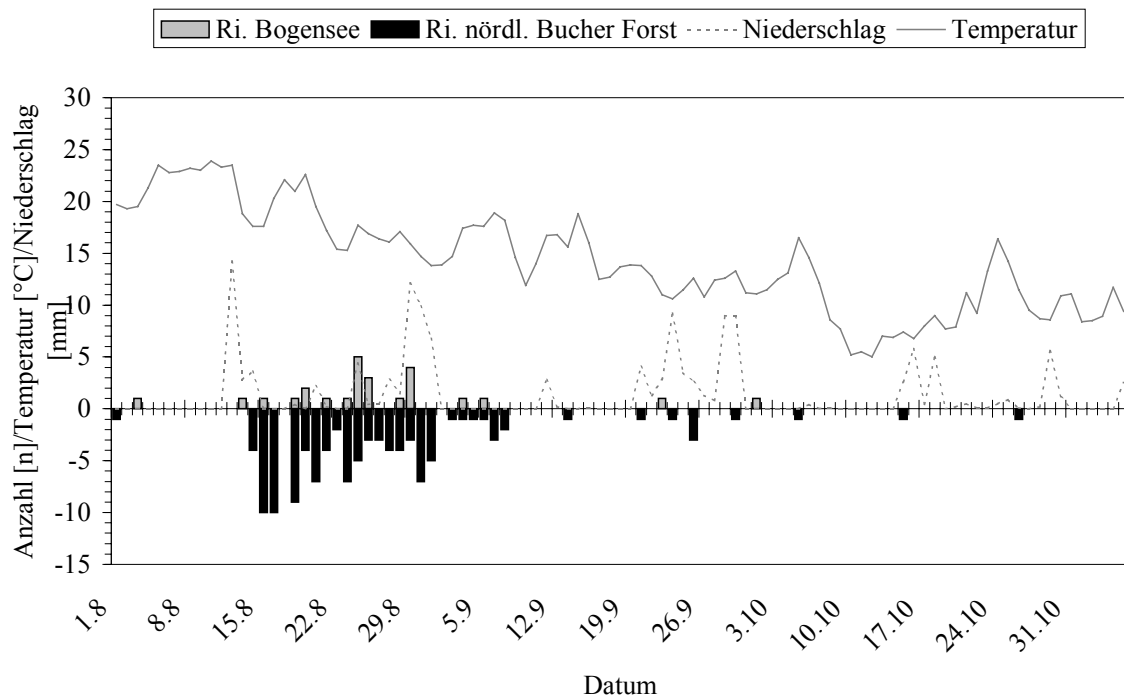


Abbildung 18: Wanderaktivität des Teichfrosches (*Rana kl. esculenta*) vom 1.8. – 5.11.2004 (Ri. = Richtung)

2.1.5 Teichmolch – *Triturus vulgaris* LINNAEUS, 1758

Der Teichmolch wurde ebenfalls in den Eimerfallen vorgefunden. Diese Tiere beruhen jedoch nur auf Zufallsfängen, da der Teichmolch in der Lage ist, die Netze zu überklettern und auch aus den Eimerfallen wieder herauszukommen. Doch auch anhand der Zufallsfänge werden die Aktivitätsphasen der Teichmolche anschaulich. Bei der Auswertung wurde aufgrund der Zufallsfänge auf eine Angabe der Richtung verzichtet. Somit sind in den folgenden Diagrammen die Anzahl der Teichmolche, die in Richtung Bogenseekette und Richtung Wald (Bucher Forst) unterwegs waren, zusammengefasst.

Im Zeitraum vom 6.2. bis 6.11.2004 wurden 82 Teichmolche in den Eimerfallen aufgefunden. Dabei handelte es sich um 33 adulte und 49 juvenile Molche.

A Frühjahrswanderung

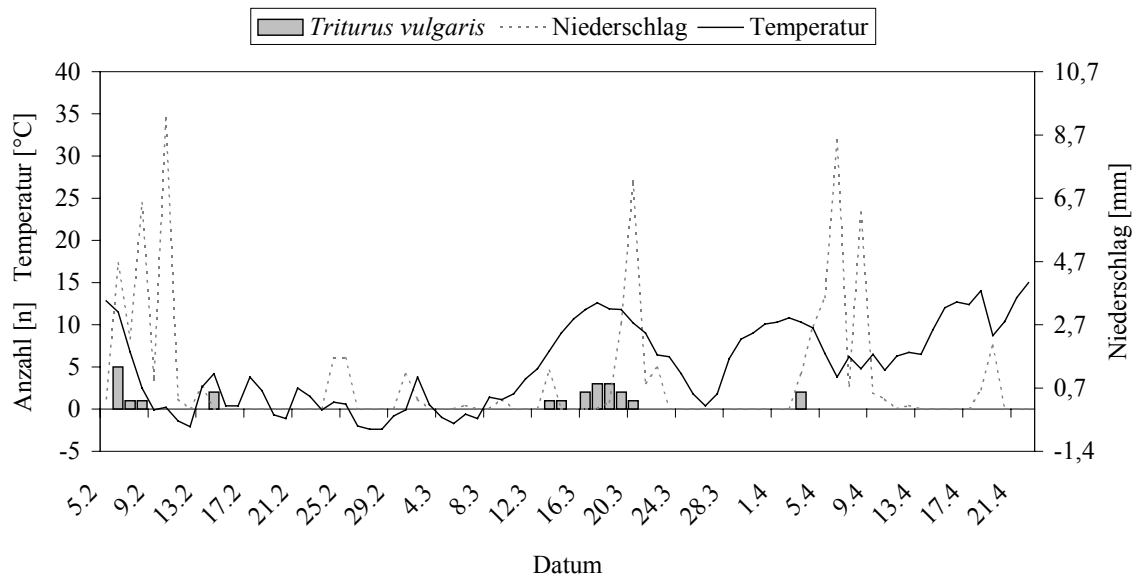


Abbildung 19: Wanderaktivität des Teichmolches (*Triturus vulgaris*) vom 5.2. – 22.4.2004

Die Abbildung 19 zeigt die Anzahl der adulten Teichmolche, welche im ersten Zeitraum in den Eimerfallen an der stationären Anlage protokolliert wurden. Zu erkennen ist, dass die Wanderaktivität von der Temperatur abhängig ist. Die Wanderung der Teichmolche beschränkt sich auch hauptsächlich auf zwei Phasen. Wie bei den obigen Vertretern der Anura war die erste Wanderwelle Anfang Februar und die zweite Welle Mitte bis Ende März.

C Herbstwanderung

Im Zeitraum vom 23. April bis 31. Juli 2004 wurden keine Teichmolche registriert und demnach wurde auch keine Grafik für diesen Zeitraum erstellt.

Die Wanderaktivität des Teichmolches im Zeitraum 1.8. – 5.11.2004 wird vor allem von den juvenilen Molchen bestimmt. Ein Großteil der juvenilen Tiere war ab Ende September bis Ende Oktober unterwegs (siehe Abb. 20).

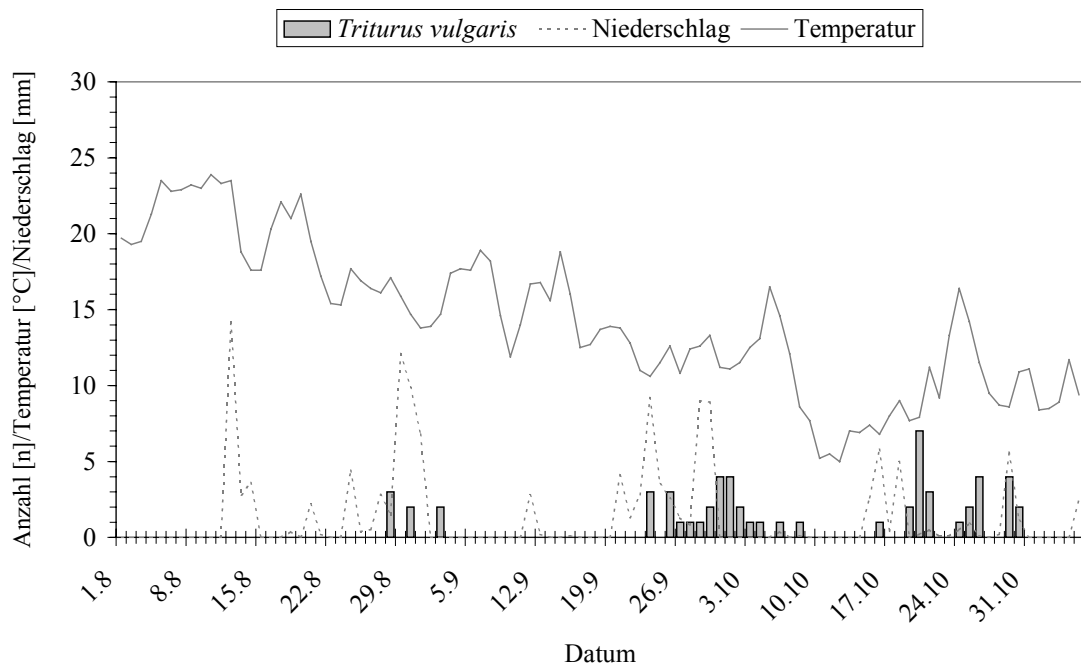


Abbildung 20: Wanderaktivität des Teichmolches (*Triturus vulgaris*) vom 1.8. – 5.11.2004

2.1.6 Vergleich der Frühjahrswanderung der Amphibien

Tabelle 7: Tunneldurchläufe von Amphibien im Jahr 2004

| Durchläufe | Erdkröte | Moorfrosch | Grasfrosch | Teichfrosch |
|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Zeitraum | 5.2. - 30.10. | 5.2. - 5.11. | 5.2. - 5.11. | 6.2. - 26.10. |
| n (adult) | 1 003 | 558 | 184 | 38 |
| n (subadult) | 27 | 51 | 38 | 18 |
| n (juvenil) | 26 | 268 | | 132 |

Die Moorfrösche und die Grasfrösche waren während des gesamten Untersuchungszeitraumes vertreten. Die Erdkröten hingegen waren bis Ende Oktober aktiv. Auch der Teichfrosch wurde bis Ende Oktober nachgewiesen. Von den Froschlurchen nutzten die Erdkröten die Untertunnelungen am häufigsten. Danach folgten Moorfrosch, Grasfrosch und Teichfrosch. Bei den jeweiligen Arten waren die juvenilen Frösche des Moor- und Grasfrosches sowie die juvenilen Teichfrösche deutlich stärker vertreten als die juvenilen Erdkröten (siehe Tabelle 7).

Tabelle 8: Parameter der Laichplatzwanderung der Amphibien im Jahr 2004

| Laichplatzwanderung | Erdkröte | Moorfrosch | Grasfrosch | Teichfrosch |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 5.2. - 22.4. | 5.2. - 22.4. | 5.2. - 22.4. | 5.2. - 31.7. |
| n (Durchläufe) | 559 | 578 | 196 | 48 |
| Hauptwanderwelle | 13. - 21.3. | 13. - 20.3. | 13. - 23.3. | 27.5. - 9.6. |
| Peak | 16.3. | 6.2. | 19.3. | 2.6. |
| Geschlechterverhältnis männlich : weiblich | 1,4 : 1 | 1 : 2,1 | 1 : 1,2 | unbestimmt |

Beim Vergleich der Laichplatzwanderung wurden mehr Tunneldurchläufe von den Moorfröschen als von den Erdkröten verzeichnet. Die Grasfrösche sind mit einer weitaus geringeren Anzahl von Durchläufen während der Frühjahrswanderung vertreten. Der nicht zu den frühlaichenden Arten gehörende Teichfrosch war bis in den Juni hinein auf Wanderung in Richtung Laichgewässer. Die Hauptwanderwellen Mitte März 2004 der frühlaichenden Arten Erdkröte, Moorfrosch und Grasfrosch unterschieden sich nur geringfügig (siehe Tabelle 8). Dagegen gibt es deutlich sichtbare Unterschiede im Peak der einzelnen Arten. Während die höchste Anzahl der Durchläufe von den Erdkröten und Grasfröschen Mitte März vermerkt wurden, erreichten die Moorfrösche bereits bei der ersten Wanderwelle Anfang Februar den Peak. Beim Teichfrosch wanderte erst Anfang Juni der größte Teil der adulten Tiere in Richtung Laichgewässer. Während bei den Erdkröten die Anzahl der männlichen Tiere überwog, wurden bei den Moorfröschen und Grasfröschen mehr Weibchen vorgefunden.

2.2 Weitere Kleintierarten

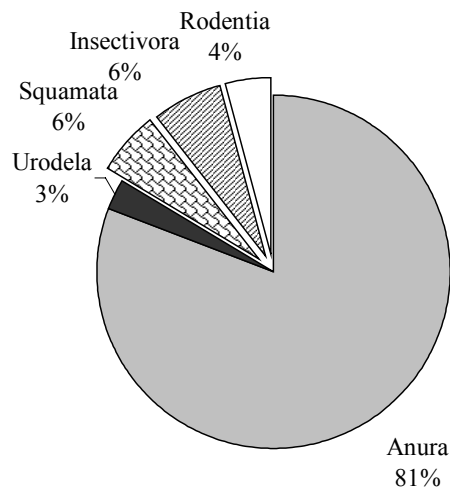


Abbildung 21: Zusammensetzung der Tiere in den Eimerfallen des gesamten Untersuchungszeitraumes (6.2. - 6.11.2004)

Nicht nur Vertreter der Anura (Froschlurche) und Urodela (Schwanzlurche) nutzten die Tunnel der stationären Anlage, sondern auch Vertreter weiterer Ordnungen wurden anhand der Eimerfallen nachgewiesen. Die Amphibien (Anura und Urodela) machten 83,6 % der Gesamtanzahl der in den Eimerfallen gezählten Tiere aus. Die weiteren Vertreter der Ordnungen Squamata, Insectivora und Rodentia waren insgesamt mit 16,4 % vertreten (siehe Abb. 21).

2.2.1 Ordnung Squamata (Echsen und Schlangen)

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum (6.2. – 6.11.2004) 166 juvenile bzw. subadulte Ringelnattern in den Eimern vorgefunden. Da es den adulten Ringelnattern gelang, die Netze und Eimerfallen zu umgehen, wurden folglich nur juvenile bzw. subadulte Ringelnattern mit einer Länge von bis zu 40 cm in den Eimern vorgefunden.

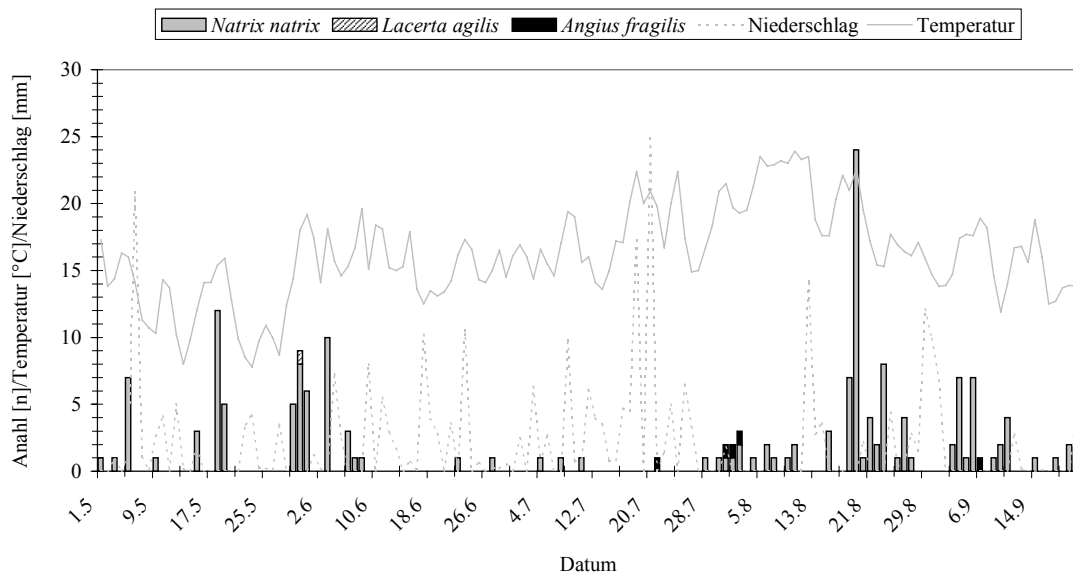


Abbildung 22: Ordnung Squamata: Anzahl der Ringelnattern (*Natrix natrix*), Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) und Blindschleichen (*Anguis fragilis*) vom 1.5 - 20.9.2004

Die erste Ringelnatter wurde am 1. Mai des Jahres 2004 in den Eimerfallen vorgefunden. Die anschließende Aktivitätsphase erstreckte sich bis Mitte Juni. Bis Ende Juli waren nur noch vereinzelte Tiere unterwegs. Eine größere Aktivität setzte Anfang August wieder ein und der Peak am 19. August umfasste 24 Ringelnattern. Im Zeitraum von Ende Juli bis Anfang September wurden ebenfalls insgesamt fünf Blindschleichen (*Anguis fragilis*) vorgefunden. Weiterhin wurde ein einzelner Vertreter der Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) notiert. Auch Zauneidechsen gelingt es, die Netze und Eimerfallen zu überwinden und zählen demnach zu den Zufallsfängen.

2.2.2 Ordnung Insectivora (Insektenfresser)

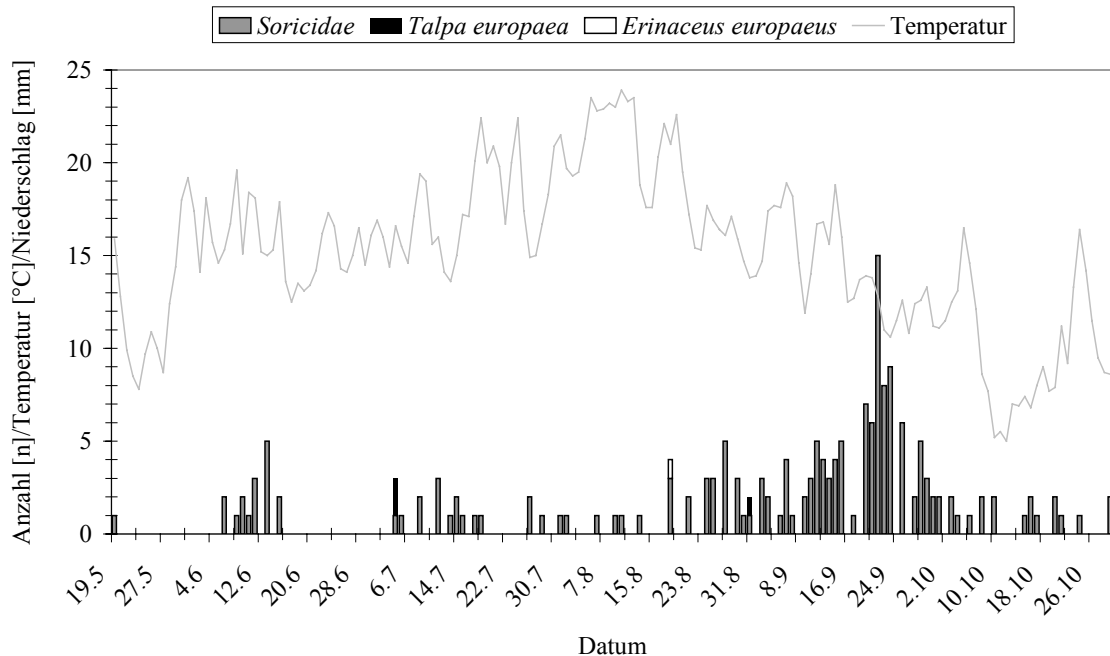


Abbildung 23: Ordnung Insectivora: Anzahl der Spitzmäuse (*Sorricidae*), Maulwürfe (*Talpa europaea*) und Igel (*Erinaceus europaeus*) vom 19.5. – 29.10.2004

Spitzmäuse wurden nur im Zeitraum vom 19. Mai bis zum 29. Oktober registriert. Insgesamt waren es 181 Spitzmäuse der Familie *Sorricidae*. Auffallend in Abbildung 23 ist die deutliche Welle Ende September mit einem Peak am 21. September mit 15 Spitzmäusen. Anhand einzelner Totfunde konnten die Arten Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) bestimmt werden. Eine Unterscheidung der einzelnen Arten während der täglichen Kontrollen war unter Freilandbedingungen (vernässte Tiere, verschiedene Personen bei der Datenaufnahme) nicht möglich.

Im obigen Zeitraum wurden auch drei Maulwürfe (*Talpa europaea*) und ein Igel (*Erinaceus europaeus*) in den Fallen aufgefunden.

2.2.3 Ordnung Rodentia (Nagetiere)

Auch verschiedene Arten der Familie *Arvicolidae* (Wühlmäuse) und der Familie *Muridae* (Mäuse) wurden in den Eimerfallen vorgefunden. Die ersten Exemplare der Wühlmäuse wurden am 19. März protokolliert. Weitere Wühlmäuse folgten erst wieder ab Mitte Mai. Die größte Anzahl der Wühlmäuse mit 32 Tieren wurde im Monat Juli verzeichnet. Eine Bestimmung der ersten Mäuse erfolgte Anfang Mai. Im Monat Oktober war die größte Anzahl mit zehn Mäusen zu verzeichnen. Insgesamt wurden im gesamten Zeitraum 84 Wühlmäuse und 35 Mäuse protokolliert (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Absolute Häufigkeiten der in den Eimerfallen vorgefundenen Wühlmäuse (*Arvicolidae*) und Mäuse (*Muridae*)

| | <i>Arvicolidae</i> | <i>Muridae</i> |
|-----------|--------------------|----------------|
| Februar | 0 | 0 |
| März | 2 | 0 |
| April | 0 | 0 |
| Mai | 7 | 3 |
| Juni | 20 | 0 |
| Juli | 32 | 7 |
| August | 7 | 4 |
| September | 14 | 6 |
| Oktober | 2 | 10 |
| November | 0 | 5 |
| Summe | 84 | 35 |

Anhand einzelner Totfunde konnten folgende Arten nachgewiesen werden:

- *Arvicolidae*: Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), Feldmaus (*Microtus arvalis*)
- *Muridae*: Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*), Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*).

Aber auch durch Bestimmung an Lebendtieren konnten weiterhin die Nordische Wühlmaus (*Microtus oeconomus*) und die Schermaus (*Arvicola terrestris*) in den Fangeimern nachgewiesen werden.

Auch hier war eine durchgehende Unterscheidung der einzelnen Arten während der täglichen Kontrollen nicht möglich.

2.3 Akzeptanz, Funktionalität und Effizienz der Schutzeinrichtung

2.3.1 Akzeptanz und Funktionalität

A Artenspektrum

Tabelle 10 fasst alle während der morgendlichen Kontrollen gezählten Tiere des Untersuchungszeitraumes von 6.2. - 6.11.2004 zusammen. Somit wurden insgesamt 2 901 Kleintiere aus den Ordnungen der Anura, Urodela, Squamata, Rodentia und Insectivora in den Eimerfallen vorgefunden, welche die Durchlässe der Anlage genutzt haben.

Tabelle 10: Anzahl der Tiere in den Eimerfallen vom 6.2. – 6.11.2004

| Ordnung | Art/Familie (lateinische Bez.) | Art/Familie (deutsche Bez.) | absolute Häufigkeiten | relative |
|------------------|--|--------------------------------|--------------------------|----------------|
| Anura | 2.3.1.1 <i>Bufo bufo</i> | Erdkröte | 1056 | 36,4 % |
| | <i>Rana arvalis</i> | Moorfrosch | 609 | 21,0 % |
| | <i>Rana temporaria</i> | Grasfrosch | 222 | 7,7 % |
| | <i>Rana arvalis/temporaria</i> junge (juvenil) | Braunfrösche | 268 | 9,2 % |
| | <i>Rana</i> kl. <i>esculenta</i> | Teichfrosch | 188 | 6,5 % |
| | | | | |
| Urodela | <i>Triturus vulgaris</i> | Teichmolch | 82 | 2,8 % |
| Squamata | <i>Natrix natrix</i> | Ringelnatter | 166 | 5,7 % |
| | <i>Lacerta agilis</i> | Zauneidechse | 1 | 0,0 % |
| | <i>Anguis fragilis</i> | Blindschleiche | 5 | 0,2 % |
| | | | | |
| Rodentia | <i>Arvicolidae</i> | Wühlmäuse | 84 | 2,9 % |
| | 2.3.1.2 <i>Muridae</i> | Mäuse | 35 | 1,2 % |
| | | | | |
| Insectivora | <i>Soricidae</i> | Spitzmäuse | 181 | 6,2 % |
| | <i>Talpa europaea</i> | Maulwurf | 3 | 0,1 % |
| | <i>Erinaceus europaeus</i> | Braunbrust-Igel | 1 | 0,0 % |
| Insgesamt | | | 2 901 | 100,0 % |

Dieses Artenspektrum umfasst fast alle in diesem Gebiet vorkommenden Amphibienarten. Hinzu kommen erstmals die in dieser Anzahl nachgewiesenen Teichmolche und Ringelnattern. Auch Kleinsäuger verschiedener Ordnungen nutzten diese Untertunnelungen. Das größte in den Eimern vorgefundene Tier war der Braunbrust-Igel (*Erinaceus europaeus*).

Tabelle 11: Jahreszeitliche Aktivität der Tiere an der stationären Schutzanlage, L = Frühjahrswanderung zum Laichplatz, A = Wanderung der Adulttiere zum Sommerquartier, J = Abwanderung der Jungtiere, H = Herbstwanderung, je dunkler die Farbe des Kästchen je größer die Anzahl der Tiere

| 2004 | | Feb. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sep. | Okt. | Nov. |
|--------------|---|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Erdkröte | L | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | |
| | H | | | | | | | | | | |
| Moorfrosch | L | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | |
| | H | | | | | | | | | | |
| Grasfrosch | L | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | |
| | H | | | | | | | | | | |
| Teichfrosch | L | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | |
| Teichmolch | L | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | |
| Ringelnatter | | | | | | | | | | | |
| Spitzmaus | | | | | | | | | | | |
| Wühlmaus | | | | | | | | | | | |
| Maus | | | | | | | | | | | |

In der Tabelle 11 wurde das Wanderverhalten der Amphibien sowie die Aktivität der Reptilien und Kleinsäuger zusammengefasst, die während des Untersuchungszeitraumes vom 6.2. - 6.11.2004 an der stationären Schutzanlage der Schönerlinder Chaussee in Berlin nachgewiesen wurden. Dabei konnten bei den stark vertretenen Amphibienarten Erdkröte, Moorfrosch und Grasfrosch die An- und Abwanderungsbewegungen der adulten Tiere zum bzw. vom Laichgewässer, die Herbstwanderung sowie die Abwanderung der Jungtiere unterschieden werden. Das Wanderverhalten dieser drei Amphibienarten ähnelt sich sehr. Unterschiede gibt es hinsichtlich der Länge und Intensität der Abwanderung der Adulttiere ins Sommerquartier und der Herbstwanderung. Im Vergleich zu diesen Froschlurcharten weicht der Teichfrosch während der Frühjahrswanderung sichtbar ab. Die größte Wanderaktivität in Richtung Laichgewässer existiert beim Teichfrosch im Juni und bei Erdkröte, Moor- und Grasfrosch im März. Dagegen ähneln sich das Wanderverhalten der Jungfrösche aller vier Arten mit einer erhöhten Aktivität im Monat August.

Beim Teichmolch ließen sich aufgrund der Datengrundlage nur Frühjahrswanderung und Abwanderung der Jungtiere unterscheiden. Eine erhöhte Aktivität der Jungtiere fand in den Monaten September und Oktober statt. Bei der Ringelnatter setzt die Aktivität im Mai nach der Winterruhe ein, fällt daraufhin ab und steigt im August nach dem Schlüpfen der Jungtiere wieder an.

Bei den Kleinsäugetieren war ebenfalls eine erhöhte Aktivität in bestimmten Monaten feststellbar. Während die Spitzmäuse zum Herbst hin im September eine Aktivität mit erhöhter Individuenanzahl zeigen, weicht die Aktivität der Wühlmäuse im Juli mit der größten Anzahl an Individuen von den anderen Monaten ab. Die Echten Mäuse hingegen weisen in ihrer Aktivitätsphase im Monat Oktober eine erhöhte Individuenanzahl auf.

B Tunneleigenschaften und -frequentierung

Um die Eigenschaften der stationären Anlage, insbesondere der Untertunnelungen, besser beschreiben zu können und Rückschlüsse auf die Tunnelquerungsraten ziehen zu können, wurden an zehn Tagen Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bodentemperatur und Windgeschwindigkeit gemessen. Diese Daten beschreiben das an der stationären Anlage herrschende Mikroklima. In Tabelle 12 sind diese Daten zusammengefasst. Die ersten fünf Messpunkte sind die jeweiligen Untertunnelungen und die nächsten fünf Werte wurden jeweils zwischen zwei Tunneln an den Leitelementen genommen. Die Referenzwerte Feld und Wald wurden in unmittelbarer Nähe der Anlage aufgenommen.

Tabelle 12: Klimadaten, gemessen an der stationären Schutzanlage, Messpunkt: 2 bis 14 = Durchlässe, 3-4 bis 14-15 Leiteinrichtung, * nicht signifikant

| Messpunkt | Temperatur [°C]* | Luftfeuchte [%]* | Bodentemperatur [°C] | Windgeschwindigkeit [m/s]* |
|-------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 2 | 9,1 | 68,5 | 6,9 | 0,47 |
| 5 | 9,1 | 68,3 | 6,6 | 0,79 |
| 8 | 9,4 | 68,2 | 7,0 | 0,56 |
| 11 | 9,4 | 69,8 | 6,5 | 0,08 |
| 14 | 9,7 | 66,2 | 6,5 | 0,18 |
| 3-4 | 9,3 | 67,9 | 7,5 | 0,41 |
| 6-7 | 9,3 | 69,0 | 6,8 | 0,44 |
| 9-10 | 9,4 | 67,7 | 7,4 | 0,19 |
| 12-13 | 9,5 | 66,9 | 6,9 | 0,27 |
| 14-15 | 9,5 | 67,8 | 7,4 | 0,13 |
| Freies Feld | 9,2 | 63,0 | 7,1 | 0,39 |
| Wald | 9,1 | 68,5 | 7,2 | 0,32 |

Anhand dieser Daten ist zu sehen, dass sich die Temperaturen außerhalb der Tunnel und auf Höhe der Durchlässe in einem Meter Tiefe nicht signifikant unterscheiden (t-Test verbundener Stichproben, $p < 0,05$). Ebenfalls gilt dies für die Luftfeuchte. Die Luftfeuchte auf dem freien Feld ist dabei am Niedrigsten.

Die Werte außerhalb und innerhalb der Untertunnelungen schwanken ebenfalls nur um ein bis zwei Prozent. Im Vergleich zum Wald weicht die Luftfeuchte ebenfalls nur gering ab. Zusammenfassend besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Luftfeuchte in den Durchlässen und der Luftfeuchte außerhalb der Tunnel (Leiteinrichtung, Referenzwerte) (t-Test verbundener Stichproben, $p < 0,05$). Bei der Bodentemperatur schwanken die Werte um maximal ein Grad Celsius. Dabei ist zu erkennen, dass die Bodentemperatur innerhalb der Tunnel um ein halbes bis ein Grad niedriger ist, als die Werte an den Leitelementen zwischen den Tunneln und den beiden Referenzwerten. Hier besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Bodentemperatur in den Durchlässen und den außerhalb liegenden Messpunkten (Leiteinrichtung, Referenzwerte) (t-Test verbundener Stichproben, $p < 0,05$). Auch die Windgeschwindigkeit innerhalb der Tunnel unterscheidet sich nicht signifikant von den gemessenen Windgeschwindigkeiten außerhalb (t-Test verbundener Stichproben, $p < 0,05$).

Tabelle 13: Wassergehalt von Bodenproben der Durchlässe und Referenzwerte (Wald, Freies Feld) (n = 1)

| <i>Messpunkt/ Tunnel</i> | <i>Wassergehalt [%]</i> |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 3,0 |
| 2 | 14,8 |
| 3 | 6,5 |
| 4 | 4,5 |
| 5 | 5,2 |
| 6 | 20,2 |
| 7 | 8,7 |
| 8 | 6,6 |
| 9 | 8,3 |
| 10 | 4,2 |
| 11 | 5,5 |
| 12 | 10,5 |
| 13 | 10,0 |
| 14 | 15,1 |
| 15 | 2,7 |
| Freies Feld | 15,7 |
| Wald | 32,6 |

Die Messwerte für die Bodenfeuchte wurden während der Frühjahrswanderung der Amphibien auf der Seite des Bucher Forstes in den Durchlässen entnommen. Dabei schwanken die Werte zwischen 2,7 % und 20,2 % Bodenfeuchte. In den Tunneln beträgt der Mittelwert 8,4 % Wassergehalt im Boden. Die Werte des freien Feldes (15,7 %) und des Waldes (32,6 %) sind deutlich höher als dieser Mittelwert.

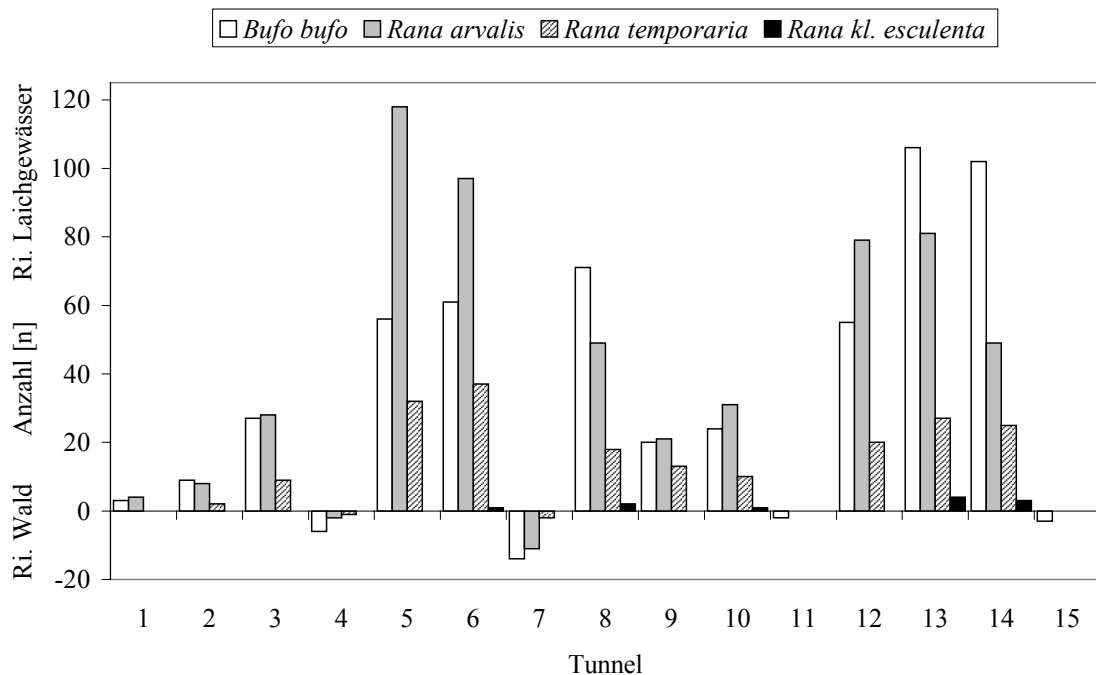


Abbildung 24: Tunnelfrequentierung der Amphibien vom 6.2. – 22.4.2004 (Ri. = Richtung)

Im ersten Zeitraum der Hinwanderung der Amphibien zu den Laichgewässern waren von den 15 Tunnel vier in Richtung Wald (Bucher Forst) und elf Tunnel in Richtung Bogenseekette von den Amphibien und Kleintieren passierbar (siehe 3.3 Methoden). Insgesamt sind in diesem ersten Zeitraum vom 6. Februar bis 23. April 1 370 Tiere in den Eimerfallen gezählt worden. Davon waren 4,1 % der Tiere nach Passieren der Tunnel in Richtung Wald (Bucher Forst) und 95,9 % der Tiere in Richtung Bogenseekette unterwegs.

Die Verteilung der einzelnen Froschlurcharten (Erdkröte, Moorfrosch, Grasfrosch) auf die in Richtung Laichgewässer passierbaren Tunnel sind signifikant unterschiedlich (Chi-Quadrat-Test, $FG = 20$, $p < 0,05$). Das heißt, dass die jeweiligen Arten eine ganz unterschiedliche Verteilungen auf die einzelnen Durchlässe aufwiesen. Die Erdkröte (*Bufo bufo*) nutzte während der Frühjahrswanderung vor allem die Tunnel im hinteren Bereich (Tunnel 13 und 14). Der Moorfrosch (*Rana arvalis*) und der Grasfrosch (*Rana temporaria*) waren vor allem in den Tunnel 5 und 6 vertreten.

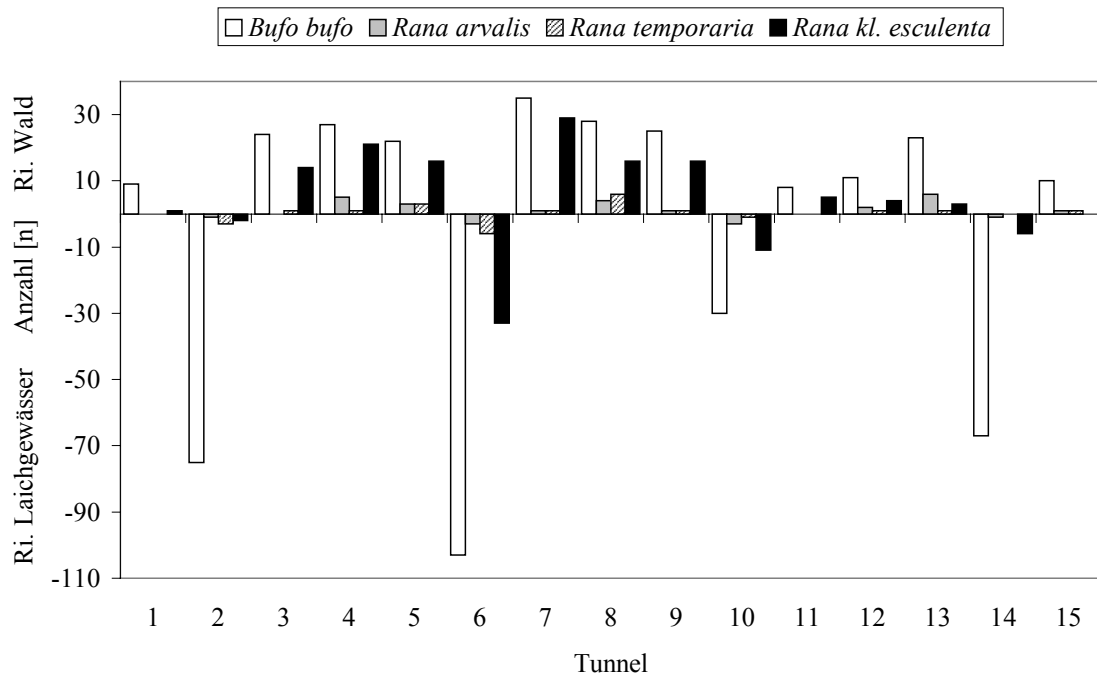


Abbildung 25: Tunnelfrequentierung der Amphibien vom 23.4. – 5.11.2004

Nach dem Umsetzen der Eimer am 23. April waren elf Tunnel in Richtung Wald (Bucher Forst) und vier in Richtung Bogenseekette offen, da die Rückwanderung der Amphibien begonnen hatte. Anhand der Abbildung 25 ist zu erkennen, dass im Zeitraum ab dem 24. April bis 6. November 2004 in Richtung Wald 67,3 % und in Richtung Bogenseekette 32,7 % der Tiere unterwegs waren. Ebenfalls bei der Tunnelfrequentierung nach dem Umsetzen der Eimer unterscheiden sich die Amphibien (Erdkröte, Moorfrosch, Grasfrosch, Teichfrosch, juvenile Braunfrösche) signifikant untereinander hinsichtlich der Verteilung auf die Tunnel (Chi-Quadrat-Test, $FG = 20$, $p < 0,05$).

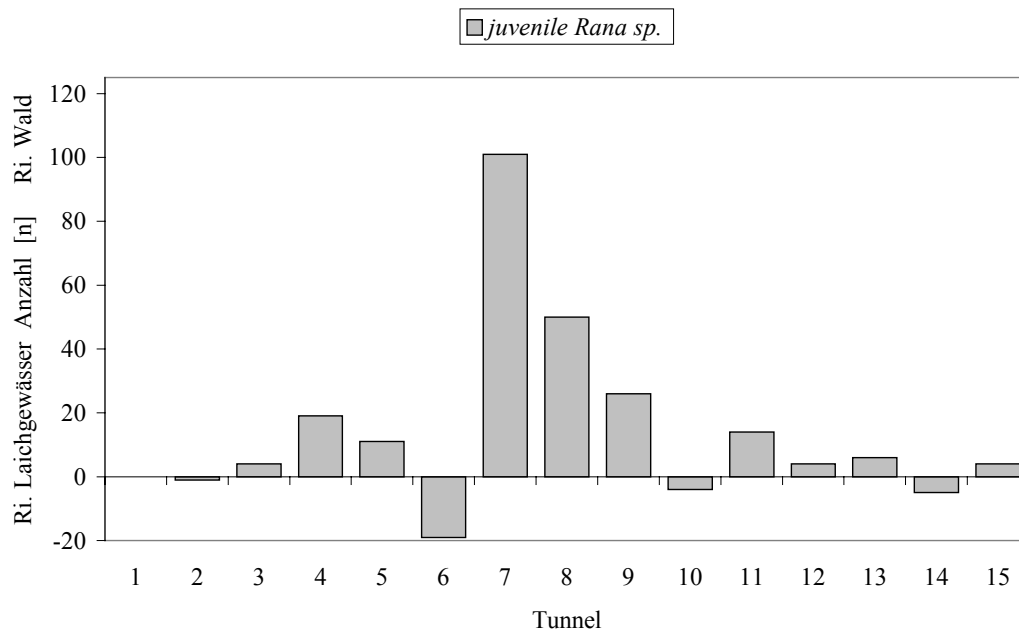


Abbildung 26: Tunnelfrequentierung der juvenilen Braunfrösche (*Rana temporaria* und *R. arvalis*) vom 23.4. – 5.11.2004

Die juvenilen Braunfrösche der beiden Arten Moor- und Grasfrosch hatten eine deutliche Präferenz zu den mittleren Tunneln 7 und 8 der Anlage während ihrer Wanderung in Richtung des nördlichen Bucher Forstes.

2.3.2 Effizienz

Während der morgendlichen Kontrollen wurde auch die Straße nach überfahrenen Tieren abgesucht. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden 22 Tiere notiert, welche dem Kfz-Verkehr auf der Schönerlinder Chaussee zum Opfer fielen. Da zum Beispiel bei den Froschlurchen (Anura) oft nicht genau die Art der überfahrenen Tiere festgestellt werden konnte, wurde nur die Ordnung der Tiere bei der Auswertung berücksichtigt. Die Tabelle 14 zeigt, dass von den insgesamt 2 358 Fröschen und Kröten, welche die stationäre Anlage sichtbar angewandert hatten, 15 Frösche und Kröten überfahren wurden. Dies heißt, dass 99,4 % der anwandernden Frösche und Kröten die andere Straßenseite erreichten. Das Konfidenzintervall für die Amphibien erstreckt sich von 0,36 % bis 1,05 %. Somit liegt mit 95%iger Sicherheit die wahre Anzahl der umgekommenen Amphibien in Bezug zu den insgesamt gewanderten Amphibien unter 1,05 %.

Da die Amphibien, welche die Leiteinrichtung überwunden haben und lebend über die Straße gekommen sind, nicht erfasst wurden, verkleinert das Konfidenzintervall eher noch, so dass der Wert der umgekommenen Amphibien unter 1 % liegt.

Bezogen auf die Gesamtanzahl der sichtbar gezählten Tiere in den Eimerfallen und den überfahrenen Tiere ergibt das eine Effizienz von 99,2 % der stationären Anlage.

Tabelle 14: Anzahl der Tiere in den Eimerfallen und der Totfunde auf der Straße im Bereich der Anlage

| Ordnung | Anzahl [n] (Eimerfallen) | Anzahl [n] (überfahrener Tiere) | relat. Häufigkeit (überfahrener Tiere) |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Anura | 2 343 | 15 | 0,6 % |
| Urodela | 82 | 0 | 0,0 % |
| Squamata | 172 | 4 | 2,3 % |
| Rodentia | 119 | 2 | 1,7 % |
| Insectivora | 185 | 1 | 0,5 % |
| Insgesamt | 2 901 | 22 | 0,8 % |

2.4 Vergleich der Amphibienwanderung 2004 mit dem Jahr 2002

Die Daten des Jahres 2002, vor dem Bau der stationären Anlage, wurden anhand des aufgebauten Folienzaunes und Eimerfallen ermittelt. Eine Längenangabe des temporären Amphibienzaunes lag nicht vor.

Tabelle 15: Anzahl der in den Jahren 2002 und 2004 gezählten Amphibien an der Schönerlinder Chaussee

| | | 2002 | 2004 |
|--------------------|--|-------|-------|
| Erdkröte | <i>Bufo bufo</i> | 738 | 1 056 |
| Moorfrosch | <i>Rana arvalis</i> | 609 | 609 |
| Grasfrosch | <i>Rana temporaria</i> | 167 | 222 |
| junge Braunfrösche | <i>Rana arvalis/temporaria</i> (juvenil) | 2 070 | 268 |
| Teichfrosch | <i>Rana kl. esculenta</i> | 6 | 188 |
| Teichmolch | <i>Triturus vulgaris</i> | 3 | 82 |
| Knoblauchkröte | <i>Pelobates fuscus</i> | 1 | 0 |

Die Daten der Jahre 2002 und 2004 wurde im Zeitraum Februar bis Ende Oktober aufgenommen. Die Zusammensetzung des Artenspektrums unterscheidet sich nur darin, dass im Jahr 2004 keine Knoblauchkröte nachgewiesen wurde. Dagegen differiert die Anzahl der Tiere der jeweiligen Arten.

Da Doppelzählungen der Amphibien nicht auszuschließen sind und nicht die gleichen Voraussetzungen (Methoden) gegeben sind, können diese nicht miteinander verglichen werden. Im Jahr 2004 lässt sich jedoch der Zahl nach eine Zunahme vor allem bei den Teichfröschen und Teichmolchen erkennen. Aber auch bei den Erdkröten und Grasfröschen wird eine leichte Zunahme deutlich. Hingegen ist bei den juvenilen Braunfröschen eine beträchtliche Abnahme zu verzeichnen.

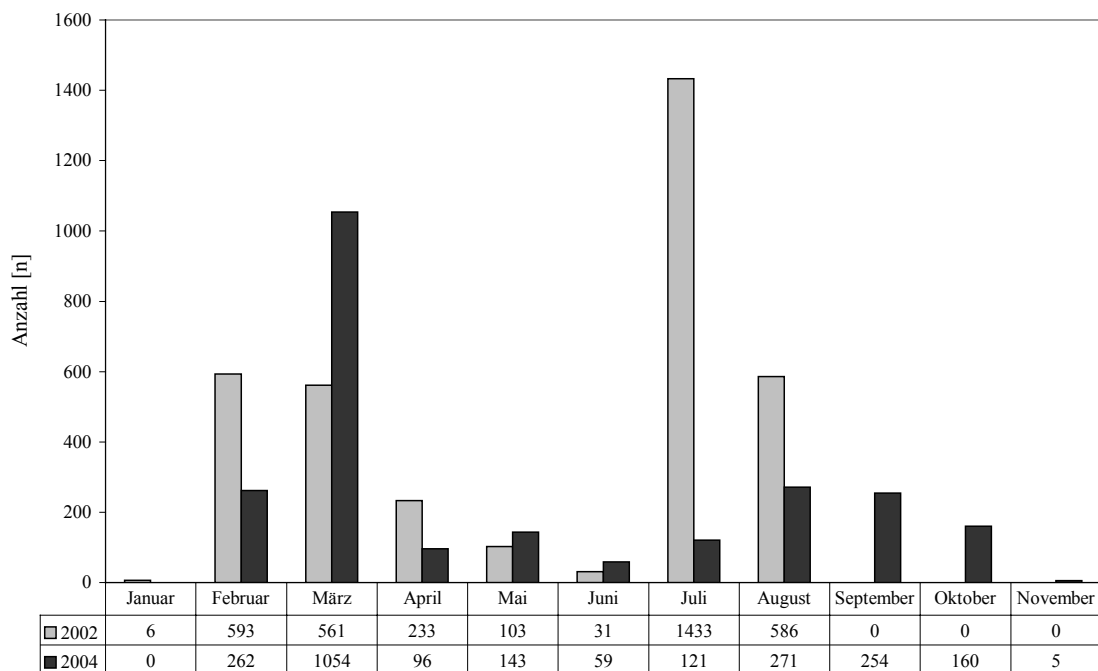


Abbildung 27: Vergleich der Amphibienwanderung der Jahre 2002 und 2004

In Abbildung 27 ist zu erkennen, dass sich die Amphibienwanderungen in den einzelnen Jahren stark unterscheiden können. Während im Februar 2002 (vor dem Bau der stationären Anlage) mehr Amphibien gezählt wurden als im Jahre 2004 (nach dem Bau der stationären Anlage), ist es im Monat März genau umgekehrt. Betrachtet man den Zeitraum Januar bis Juni sind im Jahr 2002 insgesamt 1 527 adulte und subadulte Amphibien in den Eimerfallen der Fangzäune gezählt worden; und im Jahr 2004 haben insgesamt 1 614 adulte und subadulte Amphibien die Untertunnelungen der Straße genutzt. Das macht einen Anstieg von 5,7 % Tieren in diesen Zeitraum aus. In den Monaten Juli bis November 2004 hingegen sind 59,8 % weniger Amphibien gezählt worden. Im Jahr 2004 wurden insgesamt 31,6 % weniger Amphibien im Untersuchungszeitraum gezählt.

3 Diskussion

3.1 Amphibienwanderung 2004

Es konnte anhand der Ergebnisse gezeigt werden, dass die **Erdkröte** mit 36,4 % die am häufigsten vorkommende Art war, welche die Untertunnelungen der stationären Schutzanlage nutzte (siehe Tab. 10). Die zu den Frühlaichern gehörenden Erdkröten treffen nach BLAB (2002) fast gleichzeitig am angestammten Laichplatz ein. Die Hauptwanderung der Erdkröten Mitte März umfasste neun Tage, wobei an fünf aufeinanderfolgenden Tagen bereits zirka 88 % der Tiere die Tunnel passierten.

Die Wanderaktivität setzte ab einem Tagesmittel der Lufttemperatur von $> 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ein (siehe Abb. 6). Diese untere Temperaturschwelle wurde auch von BLAB (1986) angegeben. Während dieser Hauptwanderung in Richtung Laichgewässer trafen bereits 40 % der Erdkröten als Paare (Amplexus) an der Schönerlinder Chaussee ein. Ferner kamen in den ersten Tagen der Wanderung überwiegend Männchen an der Schutzeinrichtung an (siehe Abb. 7). Dieses Verhalten wird von verschiedenen Autoren bestätigt (BLAB 2002, GÜNTHER 1996).

Die Rückwanderung der Erdkröten nach dem Abbläichen begann Ende April und umfasste weit weniger Tiere als die Hinwanderung. Etwa 36 % der adulten Kröten, bezogen auf die Anzahl der Hinwanderung, passierten auf dem Weg in ihr Sommerquartier die stationäre Anlage. HERDER (1998) berichtete von einer 39%igen Rückwanderquote der Mehrjährigen. Als Gründe für die geringe Rückwanderquote erwähnte GÜNTHER (1996) eine erhöhte Mortalität am Laichplatz. Diese Mortalität kann nach Angaben von Kuhn (GÜNTHER 1996 zitiert Kuhn 1993) zwischen 15 % und 35 % liegen. Er zieht Räuber in Betracht, welche die Kröten auffressen bzw. wegtragen. Weiterhin führte die Ansammlung der Amphibien in den Eimerfallen zu Verlusten durch Feinde. Fährten von Prädatoren wie Fuchs, Marder und Dachs wurden direkt bzw. in unmittelbarer Nähe der Schutzanlage gefunden. Dennoch ist die Mortalitätsrate an stationären Schutzanlagen wesentlich geringer als an mobilen Fangzäunen (SCHNEEWEISS, mdl.).

Während der erhöhten Wanderaktivität von *Bufo bufo* ab Mitte September bis Ende Oktober waren 21 % der Erdkröten vom gesamten Untersuchungszeitraum in Richtung Bogensee (Laichgewässer) (siehe Abb. 9) unterwegs. Nach BLAB (2002) und Heusser (zitiert nach SCHWERTLE 1986) legen die weit von den Laichgewässern entfernt lebenden Kröten den größten Anteil der Laichwanderung im Herbst zurück und beziehen ihre Winterquartiere in laichplatznäheren Warteräumen. Die Überwinterung erfolgt an Land in frostfreien Bodenverstecken. Somit war ein Großteil der Erdkröten während ihrer Herbstwanderung wieder auf dem Weg zu den Laichgewässern.

Auffallend war die geringe Anzahl der juvenilen Erdkröten im Jahr 2004. Nur 26 diesjährige Erdkröten konnten in den Eimerfallen nachgewiesen werden. Dies entspricht 2 % der Erdkröten im Untersuchungszeitraum. Für diese geringe Anzahl juveniler Erdkröten gab es verschiedene Gründe. Die Mortalität des Laiches und der Larven vor der Metamorphose infolge von Umweltfaktoren oder Verlusten durch Feinde (Fische, Wasservögel) müssen als unbekannter Faktor mit in Betracht gezogen werden. Allerdings werden die Larven von verschiedenen Fischen aufgrund des von den Erdkröten abgegebenen Hautsekretes (Bufotoxin) gemieden (GÜNTHER 1996). Weiterhin konnte anhand von Freilanduntersuchungen gezeigt werden, dass die Erdkröten-Larven von den Regenbogenforellen in weit geringerem Maße gefressen werden, als die Larven des Grasfrosches (GÜNTHER 1996 zitiert Breuer und Viertel 1990).

Der Wasserstand des verlandeten flachen Bogensees ist stark vom Niederschlagswasser abhängig. Demnach sind auch die sehr geringen Niederschläge im Trockenjahr 2003 und deren Folgen ein wichtiger Grund für das Fehlen weiterer Jungkröten. Im Abflussjahr 2003 (November 2002 bis Oktober 2003) war die Niederschlagsmenge in Berlin-Buch um 28,3 % niedriger als die langjährige mittlere Jahressumme. Dieses Defizit konnte auch im Abflussjahr 2004 mit einer leichten Steigerung von 6,2 % der Niederschlagsmenge in Berlin-Buch nicht ausgeglichen werden [B]. Leider liegen aufgrund des Baus der stationären Schutzanlage im Jahr 2003 keine Daten der Amphibienwanderung und somit keine Anzahl der Jungkröten vor.

Doch am Beispiel des Kleinen Weihers in Berlin-Hohenschönhausen, ein ebenfalls von der Niederschlagsmenge abhängiges Kleingewässer, sind die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 ebenfalls sichtbar. Während im Jahr 2002 noch 213 juvenile Erdkröten gezählt wurden, waren im Trockenjahr 2003 keine Jungkröten vorhanden. Im Jahr 2004 waren es mit zwölf juvenile Erdkröten weitaus weniger (94 %) als 2002 [A]. Demnach kann die geringe Anzahl der Jungkröten eine Folge des Trockenjahres 2002 sein. Die in den Laichgewässern vorkommenden Fischarten haben einen wesentlichen Einfluss auf die Mortalitätsrate des Laiches und der Kaulquappen. Nach AUHAGEN (1994) sind folgende Fischarten im Bogensee nachgewiesen worden: Karausche, Giebel, Karpfen und Plötze. Größere Süßwasserfische, wie zum Beispiel der Karpfen, sind Fressfeinde des Laiches (BLAB 2002, GÜNTHER 1996). Die Ringelnatter (*Natrix natrix*) frisst ebenfalls Kaulquappen und frisch metamorphosierte Lurche. Amphibien machen bei der Ringelnatter in der Regel den Hauptanteil der Beute aus. Vor allem amphibienreiche Feuchtgebiete sind ein ganz entscheidendes Gebiet des Ringelnatter-Lebensraumes (BLAB 2002).

Die insgesamt 166 subadulten Ringelnattern, welche im Zeitraum Mai bis September in den Eimerfallen gezählt wurden, lassen auf eine größere Population im Bucher Forst schließen. Diese Annahme wird auch von KLEMM, G. UND W. LINDER (1995) bestätigt. Auch die stationäre Schutzanlage, insbesondere die Untertunnelungen, werden einen Einfluss auf die Anzahl der durchgewanderten Erdkröten ausgeübt haben. Die Größe des Einflusses auf die juvenilen Erdkröten kann anhand der gewählten Methoden und der zur Verfügung stehenden Daten nicht eingeschätzt werden.

Die adulten und subadulten **Moorfrösche** (*Rana arvalis*) waren mit 21 % die zweithäufigste vorkommende Amphibien-Art an der Schutzanlage. Wie auch die Ausführungen von GÜNTHER (1996) bestätigen, können die ersten Moorfrösche bei günstigen Klimaverhältnissen bereits im Februar beobachtet werden. Die Hauptmasse an Moorfröschen begibt sich jedoch erst im März auf den Weg zu den Laichgewässern. Wie auch die Erdkröte, zählt der Moorfrosch zu den Frühlaichern (BLAB 2002).

Das in der Literatur oft erwähnte Phänomen, dass die Wanderaktivität der Männchen früher einsetzt als bei den Weibchen, kann anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Insgesamt lag hier ein Geschlechterverhältnis von 1 Männchen zu 2,1 Weibchen vor. Im Zeitraum der Wanderung zum Laichgewässer waren insgesamt 7,3 % der Moorfrösche subadult. Dies bestätigt die Aussage von GÜNTHER (1996), dass ein großer Teil der subadulten Moorfrösche Wanderaktivität zeigten.

Die Rückwanderung der adulten Moorfrösche konnte nur anhand von sehr wenigen Tieren beobachtet werden. Nur 20 adulte Tiere wurden in Richtung Wald ab Ende April bis Ende Oktober notiert. GÜNTHER (1996) berichtet davon, dass sich adulte Moorfrösche auch in den Sommermonaten gern in unmittelbarer Nähe der Laichgewässer aufhalten und von Zeit zu Zeit das Ufer aufsuchen. Nach Büchs überwintern 10 – 20 % der Moorfroschpopulation im oder unmittelbar am Laichgewässer (in GÜNTHER 1996). Ein weiterer Grund für die geringe Anzahl an rückgewanderten adulten Moorfröschen ist die erhöhte Mortalität der Adulttiere durch Fressfeinde am Laichplatz und in den Eimerfallen.

Die aufgrund starker äußerer Ähnlichkeiten zusammengefassten juvenilen Moorfrösche und Grasfrösche zu juvenilen Braunfröschen waren mit insgesamt 268 Individuen stärker vertreten als die juvenilen Erdkröten. Die Jungfrösche machten allerdings zirka 13 % der im Jahr 2002 gewanderten juvenilen Braunfrösche aus. Dass jedoch mehr juvenile als adulte Moorfrösche in Richtung Wald unterwegs waren, hängt damit zusammen, dass die Jungtiere aufgrund des hohen Populationsdruckes häufig weiter von den Laichhabitaten wegwandern als die Adulti (BLAB 2002, GÜNTHER 1996).

7,7 % der in den Eimerfallen notierten Tiere waren adulte und subadulte **Grasfrösche** (*Rana temporaria*). Die ebenfalls zu den Frühlaichern gehörenden Grasfrösche waren, wie die Erdkröten und Moorfrösche, aufgrund der günstigen Temperaturen bereits Anfang Februar auf dem Weg zu den Laichplätzen. Als Gründe für die niedrige Anzahl juveniler Grasfrösche sind ebenfalls das Trockenjahr 2003 und seine

Auswirkungen sowie vorkommende Fressfeinde zu nennen. Nähere Ausführungen siehe auch bei der Diskussion der geringen Anzahl von juvenilen Erdkröten.

Die **Teichfrösche** (*Rana* kl. *esculenta*) sind wassergebunden und verbleiben meist ganzjährig am oder im Wasser (BLAB 2002). Sie erscheinen erst relativ spät am Laichplatz. Zwar waren vereinzelt Tiere im Februar und März aktiv, die Mehrheit der Teichfrösche war jedoch Ende Mai bis Anfang Juni aktiv. Die Hauptwanderung erfolgte etwa zum Zeitpunkt, an dem die ersten Frühlaicher (Erdkröte, Moorfrosch, Grasfrosch) ihre Sommeraktivität aufnahmen (BLAB 1986). Insgesamt waren 6,5 % der in den Eimerfallen gezählten Tiere Teichfrösche. Im Gegensatz zur Erdkröte und zu den Braunfröschen, war der Anteil der juvenilen Teichfrösche mit 132 in Bezug zur Gesamtzahl der Teichfrösche ($n = 188$) relativ hoch. Die Frischmetamorphosierten wanderten ab Mitte August bis September in Richtung Wald (nördlicher Bucher Forst). Dessen Angaben decken sich mit der Literatur (BLAB 1986).

Der **Teichmolch** (*Triturus vulgaris*) wurde in den Jahren davor nur sehr vereinzelt nachgewiesen. Im Jahr 2002 wurden im Zeitraum Ende Januar bis Ende August drei Tiere in den Eimerfallen vorgefunden. Allerdings werden mobile Amphibienzäune von Molchen überklettert und somit beruht die Anzahl eher auf Zufallsfängen. Die Fänge des Jahres 2004 mit 82 Teichmolchen beruhen ebenfalls auf Zufallsfängen, da sie die Eimerfallen und Netze überwinden können.

Die tatsächliche Bestandsgröße konnte nicht quantifiziert werden. Von den gezählten Tieren waren 40,2 % adult und 59,3 % juvenil. Im Jahre 1992 wurde die Populationsgröße des Teichmolches auf weniger als 50 adulte Tiere in einer Kiesgrube nordöstlich des Bucher Forst geschätzt. Im Bogensee fehlte der Teichmolch ganz (SCHNEEWEIß 1992). Der Teichmolch kommt nach BLAB (2002) in einem Radius von maximal 400 m um das Laichgewässer herum vor und demnach scheint es wieder eine kleinere Population von Teichmolchen in der Umgebung des Bogensees zu geben. Da es sich doch um eine geringe Anzahl von Tieren handelt, sind Aussagen über das Wanderverhalten eher tendenziell zu sehen.

Wie auch in der Literatur (BLAB 1986) angegeben, erstreckt sich die Frühjahrswanderung des Teichmolches über mehrere Monate (Februar - März). Ende September bis Ende Oktober (Abb. 20) wurden hauptsächlich die juvenilen Teichmolche notiert.

Die Abwanderung der juvenilen Molche werden durch Angaben in der Literatur (BLAB 1986) bestätigt, welche besagt, dass 64 % der juvenilen Teichmolche im September und Oktober abwandern.

Zusammenfassung Frühjahrswanderung

Der Ablauf der saisonalen Wanderdynamik in einer Amphibienpopulation ist durch einen Wechsel von Frühjahrswanderung zum Laichgewässer, Rückwanderung in die Sommerquartiere und Herbstwanderung charakterisiert (BLAB 1986). Die nachgewiesenen Arten lassen sich in Frühlaicher (Erdkröte, Moor- und Grasfrosch, Teichmolch) und Spätlaicher (Teichfrosch) einteilen (verändert nach BLAB 1986). Für den Beginn der Laichwanderung ist bei diesen Arten die untere Temperaturschwelle für die Lokomotion gegenüber den für die Sommeraktivität notwendigen Temperaturen deutlich herabgesetzt (ca. +6 °C statt +12 °C). Bei den Spätziehern, wie zum Beispiel beim Teichfrosch (*Rana kl. esculenta*), ist dies nicht der Fall (BLAB 1986). Die Frühjahrswanderung begann bereits Anfang Februar aufgrund eines plötzlichen Temperaturanstieges. Diese Einwanderung wurde jedoch für mehrere Wochen aufgrund des Temperaturabfalls unterbrochen. Während der Frühjahrswanderung war die Mehrheit von Erdkröte, Moor- und Grasfrosch in der Zeit vom 13. bis 21. März 2004 in Richtung Bogensee unterwegs. Beim Teichfrosch war die größte Anzahl der Adulttiere vom 29. Mai bis 5. Juni 2004 nachweisbar.

3.2 Weitere Kleintierarten

Im Zeitraum Mai bis September wurden 166 subadulte **Ringelnattern** (*Natrix natrix*) in den Eimerfallen aufgefunden. In den Jahren davor wurden deutlich weniger bis keine Ringelnattern gezählt. Zum Beispiel im Jahr 2000 wurden im Zeitraum März bis September insgesamt 14 Ringelnattern in den Eimerfallen des Fangzaunes gezählt. SCHNEEWEIß et al. (1992) stuft die Häufigkeit der Ringelnatter im Bucher Forst als selten ein. Laut Nessing (1990) wurden für die Bogenseekette und die angrenzenden Wiesenbereiche eine große Ringelnatterpopulation nachgewiesen (Nessing (1990) zit. in KLEMM, G. UND W. LINDER 1995). Anhand der Fangdaten kann auf eine größere Population von Ringelnattern im Jahr 2004 geschlossen werden.

Ringelnattern sind an offenes Wasser gebunden und in Übergangsbereichen von vegetationsreichen Landlebensräumen zu stehenden oder träge strömenden Gewässern zu finden (BLAB 2002). Ihren Nahrungsbedarf deckt die Ringelnatter vorwiegend im Wasser. Amphibien machen dabei in der Regel den Hauptanteil der Beute aus. Junge Nattern ernähren sich vor allem von Kaulquappen und frisch metamorphosierten Lurchen. Vor allem amphibienreiche Feuchtgebiete sind ein ganz entscheidender Teil des Ringelnatter-Lebensraumes (BLAB 2002).

Die Aktivitätsphase nach der Winterruhe wurde von der ersten Ringelnatter am 1. Mai eingeleitet. In der Zeit April/Mai findet die Paarung von Nattern mit einer Länge von mehr als 50 cm (Männchen) bzw. 60 cm (Weibchen) statt (GÜNTHER 1996).

Da es sich jedoch aufgrund der Größe (max. 35 cm) um Jungtiere handelte, stammen diese Jungnattern von den Jahren davor. Bis zur ersten Einwinterung werden die Jungtiere kaum länger als 25 cm (GÜNTHER 1996). Ab August schlüpfen die Jungtiere aus den Eiern (BLAB 2002). Dies erklärt auch das erhöhte Vorkommen von subadulten Ringelnattern im August und September mit einem Peak Mitte August mit 19 Tieren. Mit der letzten Natter am 21. September endet die Aktivitätsperiode. Die Anzahl der in den Eimerfallen gezählten Tiere gehen gut sichtbar mit erhöhten Temperaturen einher.

Die ersten **Spitzmäuse** wurden ab Mitte Mai 2004 vorgefunden. Zu Beginn der Fortpflanzungszeit besteht die Population ausschließlich aus adulten, im Vorjahr geborenen Tieren. Vom späten Frühjahr an werden die ersten, im gleichen Jahr geborenen Jungtiere selbstständig. Der Anteil der Jungtiere nimmt nun ständig zu und überschreitet im Oktober 90 %. Die letzten Exemplare aus dem Vorjahr sterben senil bis zum Jahresende (nach Clarke (1977) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Diese Aussage spiegelt sich in Abbildung 23 wider und erklärt den kontinuierlichen Anstieg der Spitzmäuse bis Ende September. Die Waldspitzmäuse werden gewöhnlich erst im Frühjahr ihres zweiten Kalenderjahres geschlechtsreif. Die Zwergspitzmäuse können bereits im ersten Lebenssommer ihre Geschlechtsreife erreichen (NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Somit tragen bereits die Weibchen der im Jahr 2004 geborenen Zwergspitzmäuse beim Anstieg der Population bis Ende September bei. Die erhöhte Anzahl der Spitzmäuse im Monat September geht ebenfalls auf die erhöhte Aktivität der jungen Spitzmäuse zurück, welche auf der Suche nach eigenen Territorien sind. Jungtiere sind so lange mobil, bis sie ein eigenes Territorium gefunden haben (NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Anfang Oktober nimmt die Anzahl aufgrund geringerer Aktivität der Spitzmäuse im Herbst und Winter sowie einer erhöhten Mortalität ab.

Für die Ordnung der **Nagetiere (Rodentia)** wurden aufgrund von Bestimmungen an Tod- und Lebendfunden die dort vorkommende Rötelmaus, Feldmaus, Gelbhalsmaus, Waldmaus, Nordische Wühlmaus und Schermaus nachgewiesen. Die Tabelle 4 lässt erkennen, dass die Anzahl der Wühlmäuse (*Arvicolidae*) und Mäuse (*Muridae*) während des Untersuchungszeitraumes unterschiedlich zunehmen und abnehmen.

Das Maximum an protokollierten Tieren wurde bei den **Wühlmäusen** bereits im Juli des Jahres 2004 erreicht. Nach Saint Girons (1972) findet die Fortpflanzung der Rötelmäuse gewöhnlich im Sommerhalbjahr von Februar bis Oktober statt (Saint Girons (1972) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Die Fotoperiode ist der wichtige Faktor, der über den Eintritt der sexuellen Aktivität der Rötelmäuse steuert. Danach scheint die Sensitivität gegenüber Licht täglich 12 Stunden nach Sonnenaufgang ein Maximum zu erreichen (Clarke (1977) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP).

Somit ist das rasche Anwachsen einer Population in den Sommermonaten bedingt. Ebenso wird bei Feldmäusen die Wurfgröße offenbar durch die Tageslänge beeinflusst. Im Freiland steigt die Embryonenzahl vom Frühjahr zum Sommer und nimmt dann wieder ab (Reichstein (1964) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Dies erklärt auch die erhöhte Aktivität der Wühlmäuse an der stationären Anlage im Monat Juli. Danach sinkt die Anzahl der in den Eimerfallen vorgefundenen Wühlmäuse wieder ab. Bei Feldmäusen stagniert bei hoher Dichte oder anderen widrigen Umständen die Entwicklung im Sommer geborenen Feldmäuse, die dann erst im kommenden Frühjahr sexuell aktiv werden (Reichstein (1964) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Diesjährige, im Frühjahr geborenen weibliche Nordische Wühlmäuse können sich maximal mit drei Würfen an der Fortpflanzung beteiligen. Später Geborene bleiben dagegen bis zum kommenden Frühjahr immatur. Solche unreifen Jungtiere bilden die Masse des Winterbestandes (Wasilewski (1956) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Somit können diese nicht mehr zum Wachstum der Population beitragen. Ein weiterer Grund für die Abnahme ist durch den Rückgang des Anteils der vorjährigen Weibchen bedingt. Im Freiland werden nur 7 % aller Rötelmäuse älter als 12 Monate (Bobek (1969) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Im Herbst und Winter kommen weiterhin die Wintermortalität und das Aussetzen der Fortpflanzung als Grund für das Abfallen der Häufigkeiten von Kleinsäugern hinzu.

Bei den **Mäusen** konnte erst im Monat Oktober ein Maximum festgestellt werden. Dieses Ergebnis wird von verschiedenen Autoren bestätigt. Eine Untersuchung der Dichte von Gelbhalsmäusen von Pelikán et al. (1974) ergab, dass die Mittelwerte im Jahresverlauf von 2,0 im Frühjahr, 3,2 im Sommer, 15,7 im Herbst und 8,3 Gelbhalsmäuse pro Hektar schwanken (Pelikán et al. (1974) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Die Tragzeit der Waldmaus ist gewöhnlich auf das Sommerhalbjahr begrenzt. In einer dreijährigen Untersuchung in Südschweden schätzte Hansson (1967) die Waldmausdichte alljährlich im Minimum im zeitigen Frühjahr zu 5/ha, im Maximum im Spätsommer zu 40, 60 und 20/ha (Hansson (1967) zit. in NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP). Im Winter wird die Fortpflanzung in Mitteleuropa normalerweise unterbrochen, setzt aber im Februar wieder ein (NIETHAMMER, J. UND F. KRAPP).

Ebenso wie bei den Wühlmäusen stellt die Wintermortalität auch einen dezimierenden Faktor der Population von Mäusen dar.

3.3 Akzeptanz, Funktionalität und Effizienz der Schutzeinrichtung

Im Untersuchungszeitraum 6. Februar bis 6. November 2004 konnten fünf von insgesamt sieben der von SCHNEEWEISS (1992) beschriebenen Amphibienarten des Bucher Forstes nachgewiesen werden. Nicht belegt werden konnten die Knoblauchkröte *Pellobates fuscus* und die Wechselkröte *Bufo viridis*. Die Knoblauchkröte besiedelt den Bucher Forst mit einer kleinen Population und nutzt nur vereinzelt die Bogenseekette als Laichgewässer. Die Wechselkröte wurde nur in einzelnen Exemplaren im Bucher Forst gefunden. Die Bogenseekette eignet sich nicht als Laichgewässer für die Wechselkröte, welche offene, stark besonnte Gewässer bevorzugt (SCHNEEWEISS 1992).

Insgesamt machten die Amphibien einen Anteil von 84 % der in den Eimerfallen gezählten Tiere aus. Die restlichen 16 % weisen darauf hin, dass die Untertunnelungen der Straße auch gut von anderen Kleintieren angenommen wurden. Besonders die erhöhte Anzahl der subadulten Ringelnattern ist hier positiv hervorzuheben. Aber auch die vielen Kleinsäuger wie Spitzmäuse deuten auf das Akzeptieren der Untertunnelungen hin. Verschiedenste Laufkäfer konnten ebenfalls nachgewiesen werden. Größere Tiere können nur anhand von Zufallsfängen oder Fährten angeführt werden. Zu den Zufallsfängen zählen der Igel und der Maulwurf. Anhand von Fährten wurden Prädatoren wie Fuchs, Marderartige und Hauskatze dokumentiert. Auch BERTHOLUD UND MÜLLER (1987) berichteten, dass viele andere Tiere die Schutzanlage zu ihrem Vorteil nutzten. Auch bei ihnen standen die Kleinsäuger an zweiter Stelle nach den Amphibien, die diese Untertunnelungen ebenfalls nutzten.

Die Populationsgröße der angewanderten adulten Froschlurche war im Vergleich zum Jahr 2002 bei den Erdkröten und Grasfröschen angestiegen und bei den Moorfröschen konstant geblieben (siehe Tabelle 10). Dies spricht unter anderem auch für eine hohe Akzeptanz der Durchlässe und der Leitsysteme.

Die geringe Anzahl der juvenilen Amphibien im Untersuchungsjahr 2004 kann auch darauf hinweisen, dass die juvenilen Erdkröten und Frösche diese Untertunnelungen nicht akzeptieren. Anzeichen dafür gab es jedoch nicht.

Für genauere Angaben wäre eine weitere Untersuchung notwendig, bei der nicht nur die Anzahl der durchgewanderten juvenilen Amphibien, sondern auch die Anzahl der Jungfrösche und -kröten direkt am Laichgewässer gemessen werden. Im Bereich des Leitsystems und in der näheren Umgebung wurde keine größere Anzahl juveniler Amphibien beobachtet. Bei Untersuchungen von SCHNEEWEIß et al. (2003) zum Verhalten juveniler Amphibien an einer stationären Schutzanlage, gab er für das Nichtakzeptieren der Tunnel von Amphibien das ungünstige Klima in den langen Tunneln (> 20 m) an (Zugluft und Trockenheit). Diese Gründe können jedoch bei dieser Anlage ausgeschlossen werden. Das in den Untertunnelungen herrschende Mikroklima weicht nicht signifikant von dem Klima der Umgebung ab (siehe Tabelle 7). Auch die Länge der Tunnel (10,90 m) kann keine Rolle spielen. Eine Austrocknungsgefahr für die sich in den Tunneln befindlichen Amphibien war nicht gegeben.

Anhand der gemessenen Parameter des an der stationären Anlage herrschenden **Mikroklimas** konnte gezeigt werden, dass dieses Mikroklima (Temperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit) der Durchlässe sich nicht signifikant von dem Klima der Umgebung unterscheidet. Somit werden diese wichtigen Faktoren, welche für die erfolgreiche Wanderung der Amphibien bedeutsam sind, nicht von der stationären Schutzanlage beeinflusst. Unterschiede gibt es nur bezüglich der Bodentemperatur, die innerhalb der Durchlässe im Mittelwert $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ niedriger ist als die außerhalb der Tunnel. Dieser Unterschied ist auch auf den Höhenunterschied der Messpunkte zurückzuführen. Die Messpunkte der Durchlässe liegen im Mittel einen Meter tiefer als die Messpunkte an den Leitelementen und den Referenzwerten. Die Daten der Bodenfeuchtigkeit (siehe Tabelle 13) sind aufgrund des geringen Stichprobenumfanges nicht aussagekräftig. Ebenso war es aufgrund der Gegebenheiten methodisch nicht möglich gewesen, die Bodenfeuchte an verschiedenen Stellen des Tunnels zu bestimmen. Eine Abhängigkeit der Amphibien von der Bodenfeuchtigkeit in den Tunneln scheint nicht zu bestehen. Auf der kurzen Strecke von elf Metern ist die Feuchtigkeit für die erfolgreiche Durchwanderung der Tunnel von Amphibien wenig

bedeutsam. Bei länger anhaltendem Regen ist es weiterhin möglich, dass sich die Feuchtigkeit weiter ins Tunnelinnere hineinzieht.

Anhand der **Tunnelfrequenzierung** ist zu erkennen, dass alle Durchlässe von den Amphibien angenommen, aber verschieden stark genutzt wurden. Diese unterschiedliche Nutzung wird vor allem durch die von den Amphibien gewählte Wanderrichtung bestimmt. Erdkröte, Moor- und Grasfrosch verteilten sich dabei signifikant unterschiedlich auf die Durchlässe während der Hin- und Rückwanderung. Von diesen drei Arten werden jedoch die Durchlässe fünf und sechs sowie zwölf bis vierzehn während der Hinwanderung bevorzugt genutzt. Dies weist auf zwei verschiedene Wanderkorridore der Amphibien in Richtung Bogensee hin. Während der Rückwanderung sind keine ausgeprägten Wanderkorridore bei den adulten Amphibien feststellbar. Bei den juvenilen Amphibien hingegen besteht eine ausgeprägte Bevorzugung der Tunnel sieben bis neun (Abb. 26). Tunnel sieben befindet sich in unmittelbarer Nähe des Waldgrabens (Abb. 4). Die Jungfrösche und –kröten scheinen demnach den Weg entlang des Waldgrabens zu bevorzugen. Dieser bietet den subadulten Amphibien Schutz vor der Austrocknung.

Die **Gitterroste** sind ein wichtiger Bestandteil von dauerhaften Amphibienschutzanlagen, die aus einer Kombination von Leit- und Durchlasssystemen bestehen (BENDER 2000). Von den 15 im Untersuchungszeitraum überfahrenen Amphibien wurden 12 in der Nähe von Gitterrosten aufgefunden. Dabei handelte es sich größtenteils um adulte Erdkröten. Dies weist darauf hin, dass es einige Amphibien schaffen, diese Gitterroste zu überwinden. Doch bezogen auf die Gesamtanzahl der die Untertunnelungen passierten Amphibien sind es 0,6 %, welche nach dem Passieren der Gitterroste überfahren wurden. BENDER (2000) berichtet von einer 97%igen Effizienz eines Gitterrostes der Firma Zieger. Weiterhin wurde der Gitterrost der Firma Zieger als Bester von vier verschiedenen Gitterrosten bewertet (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2000, zit. in BENDER 2000). Die Abstände der Stäbe des Rostes sind so zu wählen, dass der Rost von Amphibien nicht überquert werden kann (Lichte Weite der längslaufenden Gitterstäbe mindestens 6,0 cm) (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN 2000). Die Spaltenbreite beträgt 53 mm bei den Gitterrosten der Firma Zieger.

3.4 Vergleich der Amphibienwanderungen 2002 und 2004

Der Vergleich der beiden Jahre ist aufgrund der genannten Problematik schwierig (unterschiedlich Methoden, ungleicher Untersuchungszeitraum). Hinsichtlich der Amphibienanzahl während der Frühjahrswanderung lassen sich jedoch nur geringe Unterschiede feststellen. Im Frühjahr (Februar bis April) wurden im Jahr 2002 insgesamt 1 387 und im Jahr 2003 insgesamt 1 412 Amphibien gezählt. Diese sich nur um wenige Amphibien unterscheidende Anzahl weist auf eine gute Akzeptanz der stationären Anlage hin. Die Anzahl der gewanderten Amphibien bleibt annähernd gleich. 2004 ist sogar ein leichter Anstieg während dieser Zeit zu verzeichnen.

Im Zeitraum der Abwanderung der juvenilen Amphibien (Juli und August) wurden 2002 jedoch deutlich mehr Amphibien als im Jahr 2004 registriert. Gründe für die geringe Anzahl der Jungfrösche und -kröten siehe auch unter 4.1 und 4.3.

Da keine Angaben zur Anzahl der Amphibien während der Herbstwanderung im Jahr 2002 vorhanden ist, kann dieser Zeitraum nicht mit dem Jahr 2004 verglichen werden.

3.5 Vergleich von stationären Schutzanlagen

Anders als bei den meisten temporären Amphibienzäunen werden bei der stationären Anlage auch die Amphibien der Rückwanderung und die Abwanderung der juvenilen Amphibien geschützt. Dies hat eine positive Auswirkung auf die Populationsgröße der Amphibien (BAUMANN et al. 2003).

Stationäre Schutzanlagen sind derzeit die effektivste Amphibienschutzmaßnahme, die mit einem normalen Betrieb der Straße einhergeht und einen ganzjährigen Schutz für Amphibien und andere kleine, mobile Tierarten darstellt. Die Betreuungsmaßnahmen der Helfer oder Mitarbeiter werden auf ein Minimum reduziert und führen zu keiner Beeinträchtigung des Straßenverkehrs. Ein Nachteil liegt in den vergleichsweise hohen Kosten.

Stationäre Amphibienschutzanlagen müssen als Sonderbauwerk, als Einzelbauwerk ortsspezifisch, das heißt unter Berücksichtigung der vor Ort gegebenen ökologischen und technischen Rahmenbedingungen geplant und gebaut werden (nach [C]). Sowohl bei Leitsystemen als auch bei Durchlässen (Tunnel) stehen unterschiedliche Materialien zur Verfügung. Besonders die speziell zu diesem Zweck hergestellten Materialien erfüllen inzwischen ihren Zweck, sofern sie fachgerecht eingesetzt werden. Stationäre Schutzanlagen müssen von Fachleuten geplant werden, die sowohl von den Amphibien als auch von der Technik Kenntnis haben. Die meisten existierenden Anlagen erfüllen ihren Zweck nicht ausreichend, das heißt, die Amphibienpopulationen werden dadurch nicht langfristig geschützt (nach [C]). Nach derzeitigem Wissen erfüllen fachgerecht geplante und ausgeführte Amphibienschutzanlagen inzwischen in den allermeisten Fällen die Anforderungen, sodass die Amphibienpopulationen langfristig gesichert werden. Wie bei anderen Bauwerken auch, sollte jedoch immer eine Akzeptanzkontrolle durchgeführt werden, bei der die Reaktion der Amphibien auf das Bauwerk und bautechnische Mängel festgestellt werden können (siehe auch Merkblatt zum Amphibienschutz an Straßen).

Hierzu hat ein Expertenkreis mit Unterstützung der Firmen Aco, Maibach und Durotec Vorgaben entwickelt, die demnächst veröffentlicht werden (nach [C]).

Häufige Fehler beim Bau von stationären Schutzanlagen (nach [C]):

- Wartungsfehler: Pflegemangel führt beispielsweise zum Überwachsen der Leitsysteme, das wiederum als Überkletterhilfe von den Amphibien genutzt werden kann.
- Planungsfehler: sehr vielseitig, Beispiele von bestehenden Anlagen: oberflächengebundene Durchlässe ohne Leitsystem, Leitsystem führt auf eine Straße, Regenwassergully direkt vor Tunnelausgang, kein Wanderschutz an Zufahrtsweg (ohne Gitterroste), Tunnelanlage zu kurz, falsche Anbindung des Tunnels an das Leitsystem.
- Materialfehler: Betonröhre mit permanenter Trockenheit im Inneren wird von Amphibien oft nicht akzeptiert, da Austrocknungsgefahr besteht, Leitsysteme aus schlechtem Material brechen oft zusammen.

Eine Vielzahl von Artikeln beschreiben die Akzeptanz und Effizienz einzelner stationärer Schutzanlagen in Deutschland. Da die jeweiligen Anlagen sich oft in der Art und Weise des Baus unterscheiden und die Methoden der Effizienzkontrollen nicht einheitlich sind, ist es schwierig, Schutzanlagen hinsichtlich ihrer Effizienz zu vergleichen. Eine Vielzahl an Artikeln beschäftigen sich mit diesem Thema. Daher kann hier nur auf eine begrenzte Anzahl von Berichten eingegangen werden.

Viele der zuerst gebauten stationären Schutzanlagen weisen erhebliche Mängel auf und werden oft von den Amphibien nicht oder nur unzureichend angenommen. Die meisten nach dem heutigen Wissensstand gebauten Anlagen erfüllen ihren Zweck meist gut bis sehr gut. Aus den Fehlern der in der Vergangenheit gebauten Anlagen wurde gelernt und die heutige Schutzanlagen wurden optimiert und weiterentwickelt.

KARTHAUS berichtet 1985 von einer nachträglich eingebauten Anlage an einer Straße (Autobahnzubringer) in der Gemeinde Engelskirchen. Dazu wurde zusätzlich ein Krötentunnel (19 m lang, 1,5 m breit, 0,75 m hoch) zu einem bereits vorhandenen Bachrohr, einer Unterführung und einer Waldwirtschaftswegunterführung nachträglich installiert und ein Leitzaun aus 30 cm hohem stabilen PVC-Faschinenband errichtet. Die Kosten dafür beliefen sich auf zirka 30 000 €.

Der Autor schildert, dass die Durchlässe freiwillig angenommen und nur selten umkehrende Tiere beobachtet wurden. Weiterhin stellte er keine Präferenz der Erdkröten für ein gewisses Substrat (Erde, Beton) fest. Er gibt an, dass 85 % der zum Laichplatz anwandernden Erdkröten die Durchlässe benutzt haben. Auch die Jungkröten nahmen die Durchlässe an. Allerdings gelang es auch Erdkröten, durch die zu großen Pfahllaschen des Leitzaunes zu schlüpfen oder die Anlage zu umgehen. Anhand dieses Artikels ist zu erkennen, dass auch mit einem geringeren baulichen Aufwand eine gute Wirkung erreicht werden kann. Dagegen ist der Pflegeaufwand für die errichtete PVC-Folie höher als bei fest installierten Leitsystemen aus Beton. Die Größe des Durchlasses wurde optimal gewählt und entspricht auch heutzutage den Richtlinien des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (MamS, 2000).

In einem Artikel erwähnen SCHNEIDER et al. (2003), dass die Häufigkeiten der Anwanderung und Durchquerung einer Stelztunnelanlage, welche 1999 fertig gestellt wurde, an der B2n bei Schwedt in Brandenburg abnahmen und die Zahl der Verluste an Tieren höher war als die Zahl der durchgewanderten Tiere. Als Ursachen werden vor allem Fehler in der Planung und erhebliche Baumängel angegeben. So wurde zum Beispiel die Entwässerungsanlage in das Schutzsystem eingebunden und extreme Windgeschwindigkeiten in den Durchlässen erreicht, die zu einer starker Austrocknung führten. Weiterhin wurden Mängel am Leitsystem festgestellt. Folglich ergaben sich durch diese massiven Fehlfunktionen eine geringe Akzeptanz der Tunneldurchlässe seitens der Amphibien. Diese Anlage ist auch ein Beispiel dafür, wie wichtig das Mikroklima für die Akzeptanz der Durchlässe durch Amphibien ist. Hier führten starke Luftbewegungen in den Durchlässen zu einer schnellen und starken Austrocknung der unversiegelten Böden. Demnach wuchs auch die Gefahr der Austrocknung für die Amphibien selbst. Bedingt durch das Einbinden des Entwässerungssystems in diese Schutzanlage, berichteten SCHNEIDER et al. (2003) von einem Massensterben von Jungtieren in den Spülschächten. Eine Trennung von Entwässerungs- und Leiteinrichtung wird heute vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (MAMs, 2000) gefordert.

Ein weiteres Beispiel für Fehler bei der Planung bzw. für fehlende Voruntersuchungen wird von ACKERMANN (2003) erwähnt. Insgesamt war die untersuchte ACO-Anlage positiv zu bewerten, doch wurde die stationäre Anlage nur an einem Ende gut optimiert. Infolgedessen wurden 53,4 % der wandernden Amphibien, bezogen auf eine Nacht (3. März 1999), überfahren vorgefunden. Anschließend wurde dort mit Hilfe einer mobilen Leiteinrichtung von der Schutzanlage bis zu den ersten Häusern die Amphibien zum ersten Tunnel geleitet. Weitere Mängel wurden an den Durchlässen festgestellt. Demnach war das Eingangselement eines Tunnels umgestürzt und blockierte den Eingang vollständig. Auch konnte die Leiteinrichtung an einigen Stellen von Amphibien überklettert werden.

Polivka et al. (1991) fassen einige Artikel der von 1980 bis 1989 untersuchten Amphibienschutzanlagen zusammen. Die Autoren führen ebenfalls an, dass die unterschiedlichen Ergebnisse der Funktionskontrollen und die katastrophalen Auswirkungen einiger Anlagen oft auf mangelnde Vorplanungen und ungenügende Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zurückzuführen sind. In diesem Artikel werden von Müller und Berthoud (1980) und Grossenbacher (1981) die Einweg-Doppelröhren mit getrennten Tunneln für Hin- und Rückwanderung und Einfallschächten bevorzugt. Einige Jahre später (1987) lehnen Dexel und Kneitz diese Einweg-Doppelröhren anhand von 13 untersuchten Anlagen ab, da sie nicht funktionieren und es zu Massensterben in den Tunneln kommen kann. Weiterhin bevorzugen sie Kunststoff und Beton statt Holz, Folie oder Maschendraht als Material für die Leiteinrichtungen. Polivka et al. (1991) berichten weiterhin von ihren eigenen Untersuchungen, dass durch trichterförmige Eingangselemente an den Tunneln die Amphibien diese Tunneleingänge wesentlich besser finden.

Wie auch bei dieser untersuchten Amphibien- und Kleintierschutzanlage in Berlin-Buch wurden weitlumige (> 60 cm Durchmesser) Zweiwegdurchlässe installiert. Diese werden von POLIVKA et al. (1991) empfohlen und deren Funktionalität unter anderem von Dexel und Kneitz (1987) belegt. Diese Durchlässe haben überdies den Vorteil, dass der Eingang leichter zu finden ist und dass sie auch von größeren Säugetieren benutzt werden können.

Die oben erwähnten Mängel an den verschiedenen stationären Schutzanlagen wurden inzwischen weitestgehend überarbeitet und die Leiteinrichtungen und Durchlässe weiterentwickelt und optimiert. Dies spiegelt sich auch bei der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Schutzanlage wider. Amphibiendurchlässe sind nur in Verbindung mit Leitsystemen funktionsfähig. So wurde auch diese Anlage konzipiert. Die Leiteinrichtungen beiderseits der Straße sind aus Beton und somit im Gegensatz zu Leitsystemen aus Holz, Kunststoff oder Maschendraht standsicher, schlagfest, witterungsbeständig, formbeständig und für Amphibien unüberwindbar. Fehler, wie bei der von KARTHAUS (1985) untersuchten Anlage, können somit nicht auftreten.

Der Durchmesser der Durchlässe wurde entsprechend der Tunnellänge angepasst und entspricht den Vorschriften des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (MAMs, 2000). Weiterhin wurde ein optimaler Durchlasstyp ausgewählt. Der zum Boden offene Kastendurchlass bietet den Amphibien Schutz vor Austrocknung durch Aufrechthaltung des Mikroklimas. Auch können sich die Amphibien bei Gefahr oder bei plötzlichem Temperaturabfall eingraben und somit ihr Überleben sichern. Ebenfalls treten keine hohen Windgeschwindigkeiten innerhalb der Durchlässe wie sie bei SCHNEIDER et al. (2003) beschrieben wurden, auf.

Eingangselemente (Holzbretter) wurden vor den Durchlässen aufgebaut, welche die an den Leiteinrichtungen wandernden Amphibien besser in die Durchlässe hineinleiten (siehe Abb. 5). Wie bei POLIVKA et al. (1991) bereits erwähnt, finden die Amphibien dadurch die Durchlässe wesentlich besser. Überlegenswert wäre es, diese Holzbretter durch stabilere Elemente aus Beton oder Metallschienen zu ersetzen, da einige bereits im ersten Jahr nach dem Bau der Anlage umgetreten bzw. witterungsbedingt angegriffen waren. Da Gitterroste an den Zufahrtswegen installiert wurden, stieg die Effizienz der Anlage wesentlich. Wie bereits bei BENDER (2000) erwähnt, sind die Gitterroste der Firma Zieger mit einer Effizienz von 97 % als sehr empfehlenswert anzusehen. Auch in dieser Untersuchung war es trotzdem die einzige kleinere Schwachstelle der Anlage. Ein überwiegender Anteil der Tiere, welche die Anlage überwunden haben und auf der Straße zu Tode kamen, wurden in unmittelbarer Nähe der Gitterroste aufgefunden. Eventuell könnte überlegt werden, die Spaltenbreite der Roste für zukünftig gebaute Anlagen etwas zu vergrößern. Allerdings wird es auch dann einigen wenigen größeren Erdkröten gelingen, diese Gitterroste zu überwinden.

Weiterhin spielt die Entfernung zwischen der stationären Anlage und dem Laichgewässer eine wichtige Rolle bei der Effizienz und Akzeptanz einer Anlage. Je weiter die Anlage von einem Laichgewässer entfernt ist, je höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Amphibien alternative Sommerlebensräume suchen. Auch bei hoher Anzahl von Laichgewässern in nähere Umgebung der stationären Anlage ist ein Ausweichen der Amphibien auf andere Laichgewässer wahrscheinlich.

In diesem Beispiel ist die Anlage 140 bis 200 m vom Bogensee entfernt und befindet sich demnach in unmittelbarer Nähe des Laichgewässers. Auch befinden sich keine weiteren Gewässer in näherer Umgebung der Bogenseekette, die von den Amphibien erreicht werden könnten. Die geomorphologischen Aspekte einer stationären Schutzanlage sind somit ebenfalls ein wichtiges Kriterium bei der Effizienz und der Akzeptanz.

Zusammenfassend kann man die Funktionalität dieser stationären Amphibien- und Kleintierschutzanlage als sehr gut einzuschätzen. Da weniger als 1 % der die Anlage nutzenden Tiere auf der Straße zu Tode kamen, ist die Effizienz ebenfalls als gut bis sehr gut zu bewerten. Sowohl die hohe Anzahl der Amphibien als auch die große Anzahl der Reptilien und Kleinsäuger weisen auf eine sehr gute Akzeptanz dieser Anlage hin.

3.6 Unterhaltung und Pflege der Anlage

Während des Untersuchungszeitraums bis November 2004 konnten keine Mängel oder Verschleißerscheinungen an der stationären Anlage festgestellt werden. Die Leitsteine und Tunnel zeichnen sich durch ihre hohe Standfestigkeit im Vergleich zu anderen Schutzanlagen aus. Einschränkungen der Funktionalität der Tunnel können durch angespülten Sand nach Starkregen entstehen. Dies konnte bereits während der Untersuchung beobachtet werden, wobei rechts und links vom Tunnel der Sand nach Regengüssen direkt vor einige Tunneleingänge gespült wurde. Ein eingedrücktes Gitterrost wurde nach kurzer Zeit repariert.

Der Pflegeaufwand kann alljährlich auf drei Wartungen reduziert werden. Regelmäßige Kontrolle der Leiteinrichtungen insbesondere vor Beginn der Frühjahrswanderung, Ende Mai bis Mitte Juni vor Abwanderung der Jungtiere sowie im September vor Beginn der Herbstwanderung sollten durchgeführt werden (nach [A]).

Da die Funktionalität der Anlage durch überwachsende Vegetation, heruntergefallene Äste und abgeladenen Müll beeinträchtigt werden kann, sollten diese Hindernisse *mindestens* zweimal im Jahr beseitigt werden. Die Pflegemaßnahmen sollten demnach folgende Punkte umfassen:

- auf Defekte (Löcher, Spalten, Fugen) prüfen und gegebenenfalls beseitigen
- die Beseitigung der an den Leitelementen überwuchernder Vegetation
- Beseitigung von angespültem Sand vor den Durchlässen
- Beseitigung von dem in den Durchlässen angesammelten Müll und der Vegetation (Tunnel müssen frei passierbar sein)
- Begutachtung der Eingangselemente (Holzbretter), welche die entlang der Leiteinrichtung wandernden Amphibien in die Tunnel leiten, gegebenenfalls erneuern.

Diese Pflegemaßnahmen sollten einmal nach dem Ende des Winters bzw. vor Beginn der Frühjahrswanderung der Amphibien (Februar, Nachttemperatur unter 5 °C) und ein weiteres mal zu Beginn des Sommers bzw. im Frühsommer vor der Abwanderung der juvenilen Amphibien erfolgen. Als Beispiel sei die Pflege der stationären Amphibien- und Kleintierschutzanlage an der Landesstraße L51 im Brandenburger Landkreis Dahme-Spreewald erwähnt, welche einmal im Monat von einem Mitglied des NABU in Augenschein genommen wird. Dabei werden herabgefallene Äste und Müll beseitigt und umgefallene Bäume dem Straßenbauamt gemeldet (nach LEBER 2003).

4 Zusammenfassung

Die Effizienz, Funktionalität und Akzeptanz einer neu erbauten stationären Amphibien- und Kleintierschutzanlage in Berlin-Buch wurde vom Februar bis November 2004 untersucht. Insgesamt wurde die Durchquerung der Durchlässe von 2 901 Individuen nachgewiesen. Darunter waren 2 425 Amphibien: 1 056 Erdkröten (*Bufo bufo*), 609 adulte und subadulte Moorfrösche (*Rana arvalis*), 222 adulte und subadulte Grasfrösche (*Rana temporaria*), 268 juvenile Braunfrösche (*Rana arvalis*, *R. temporaria*), 188 Teichfrösche (*Rana* kl. *esculenta*) und 82 Teichmolche (*Triturus vulgaris*).

Die Anlage selbst wurde nicht nur von Amphibien, sondern auch von zahlreichen Reptilien (n = 172) und Kleinsäugetern (n = 304) genutzt. Diese Zusammensetzung des Artenspektrums weist auf eine sehr gute **Akzeptanz** der Anlage seitens der Kleintiere (Amphibien, Reptilien, Kleinsäuger) hin. Die **Effizienz** der Anlage ist ebenfalls als sehr gut zu bewerten, da 99,2 % von der Gesamtanzahl der Kleintiere die andere Straßenseite lebend erreichten. Die **Funktionalität** des Leitsystems, der Gitterroste und der Durchlässe ist als gut zu beurteilen. Das Mikroklima (Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Luft- und Bodentemperatur), ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Wanderung der Amphibien, wird durch die stationäre Anlage geringfügig beeinflusst. Die Frequentierung der Tunnel zeigte, dass alle Durchlässe angenommen wurden und die Anlage an beiden Enden gut optimiert war.

5 Summary

This research examines efficiency, functionality and acceptance of a newly-built stationary protection facility for amphibians and small animals in Berlin-Buch. The investigation of this tunnel-and-fence-system was conducted between February and November 2004, revealing the following results: In total 2,901 individuals crossed the passageways, the majority of which were amphibians (2,425). Among them were 1,056 common toads (*Bufo bufo*), 609 adult und sub-adult moor frogs (*Rana arvalis*), 222 adult und sub-adult common frogs (*Rana temporaria*), 268 juvenile brown frogs (*Rana arvalis*, *R. temporaria*), 188 edible frogs (*Rana kl. esculenta*), 82 smooth newts (*Triturus vulgaris*), and 166 grass snakes (*Natrix natrix*).

The protection facility was not only utilised by amphibians, but by reptiles (n = 172) and small mammals (n = 304) as well. This range of species points to a very high degree of acceptance of this facility among small animals (amphibians, reptiles, small mammals). Additionally, the facility's efficiency can be classified as being very high, for 99,2 % of the total amount of animals safely reached the other side of the street. The functionality of the guiding system as well as the gratings and the passageways is rated as high. An influential factor concerning the successful migration of amphibians is the micro-climate (humidity, wind velocity, air and ground temperature) which the stationary facility affects marginally.

All in all, the tunnel's (frequent) utilisation has shown that the facility is well-optimised and that all of the passageways have been accepted.

6 Danksagung

Ich danke herzlich

Herrn PD Dr. Rolf Schneider für die Betreuung dieser Arbeit, für die freundliche Unterstützung bei meinen theoretischen und praktischen Fragen sowie für die konstruktive Kritik beim Anfertigen der Arbeit,

Herrn Professor Dr. Dieter Wallschläger für die freundliche Übernahme des 2. Gutachtens,

Herrn Jens Scharon und Frau Katrin Koch vom Naturschutzbund Berlin-Pankow für die Unterstützung und Hilfsbereitschaft während der praktischen Durchführung dieser Arbeit, sowie für die Bereitstellung jeglicher Information zur stationären Anlage,

Herrn Dr. Norbert Schneeweiß von der Naturschutzstation Rhinluch des Landesumweltamts Brandenburg für das zur Verfügungstellen von Gutachten und Literatur sowie für die konstruktiven Hinweise und Ratschläge während der Arbeit,

Frau Babette Künzel (geborene Heimbach) für ihre Hilfe sowie für die Bereitstellung von Literatur und Daten,

Herrn Eckhart Scheffler und Frau Martina Wagner von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin für die Bereitstellung von Gutachten, Literatur sowie für die Klimadaten,

Herrn Dr. Jürgen Streich vom Institut für Zoo- und Wildtierforschung in Berlin für die freundliche Beratung bei statistischen Fragen,

Herrn Dr. Peter Giere und Herrn Dr. Johannes Frisch vom Museum für Naturkunde in Berlin für die Hilfe bei der Bestimmung von Kleinsäugern und Käfern,

meiner Familie für die volle Unterstützung und Hilfe während dieser Arbeit, insbesondere meinen Eltern für die Unterstützung und Bereitstellung eines Autos und meinem Freund Jan Bauer für Beistand und Hilfe während der gesamten Arbeit,

Herrn Jan Ihlau für die Hilfe beim Erlernen von SPSS und der konstruktiven Hilfe bei der Erstellung der Arbeit,

Frau Karen Göldner, Frau Alexandra Sakowsky und Frau Dipl. Kommunikationsdesignerin Nadine Lehniger für die Hilfe bei der Datenaufnahme und bei der grafischen Gestaltung der Karten,

Frau Julia Schultz für das Anfertigen der Zeichnung nach meinen Originalfotos der Amphibien

und Frau Mary Schiffner für die Überarbeitung der englischsprachigen Zusammenfassung.

7 Literatur

- Ackermann, M. (2003): Funktionskontrolle einer ACO-Amphibienschutzanlage. In: Glandt, D., N. Schneeweiß, A. Geiger und A. Kronshage (Hrsg.): Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2: 9 - 20
- Auhagen, A. (1994): Sanierungs- und Gestaltungskonzeption für die ehemaligen Rieselfelder im Bereich des Forstamtes Buch, Arbeitsmaterial der Berliner Forsten, I. A. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin
- Baden-Württemberg Verkehrsministerium (1991): Amphibienschutz. Leitfaden für Schutzmaßnahmen an Straßen. Schriftenreihe der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg 4: 6 – 59 (nur Auszüge vorhanden)
- Baumann, K.; H. Tiedt und H. Wolf (2003): Effizienz von Dauerleiteinrichtungen und Amphibiendurchlässen für adulte Frosch- und Schwanzlurche an der Landesstraße 561 bei Hann. Münden (Landkreis Göttingen). In: Glandt, D., N. Schneeweiß, A. Geiger und A. Kronshage (Hrsg.): Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2: 21 - 41
- Bender, B. (2000): Gitterroste bieten Sicherheit auf Amphibien-Wanderwegen. LÖBF-Mitteilungen 4: 47 - 51
- Berthoud, G. und S. Müller (1987): Amphibien-Schutzanlagen: Wirksamkeit und Nebeneffekte. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 41: 197 - 222
- Blab, J. und H. Vogel (2002) Amphibien und Reptilien erkennen und schützen. blv Verlagsgesellschaft mbH, München
- Blab, J. (1986): Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 18, 150 Seiten
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg) (2000): Merkblatt zum Amphibienschutz an Straßen (MAmS). Köln (FGSV), 28 Seiten
- Dexel, R. und G. Kneitz (1987): Zur Funktion von Amphibienschutzanlagen im Straßenbereich. Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 516, 93 Seiten
- Gesetz- und Verordnungsblatt für Berlin (27. Juli 2003), 58. Jahrgang, Nr. 27, S. 230 - 232
- Günther, R. (Hrsg.) (1996): Amphibien und Reptilien Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena
- Haas, L. (2004): Frösche nur noch ein Märchen? Neues Deutschland, (18.10.2004)
- Heimbach, B. (2002): Der Amphibienwechsel im Bucher Forst (Bezirk Pankow von Berlin) und seine Gefährdung durch den Straßenverkehr – Fakten und Argumente für den Bau einer stationären Schutzanlage. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Ersten (Wissenschaftlichen) Staatsprüfung für das Amt des Studienrates, 55 Seiten (unveröff.)

- Herden, C., J. Rasmus und R. Schweigert (1998): Wanderphänologie und Straßenmortalität von Amphibien. Faunistisch-ökologische Mitteilungen 7: 417 – 436
- Jedicke, E. (Hrsg.) (1997): Die Roten Liste: gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotope in Bund und Ländern. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Karthaus, G. (1985): Schutzmaßnahmen für wandernde Amphibien vor einer Gefährdung durch den Straßenverkehr – Beobachtungen und Erfahrungen. Natur und Landschaft 60 (6): 242 – 247
- Klemm, G. und W. Linder (1995): Naturschutz und Landschaftspflege in Berlin, *Heft 1* – Berliner Naturschutzgebiete, 4. vollständig überarbeitet und erweiterte Auflage, I. A. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin
- Köhler, W., G. Schachtel, und P. Voleske (1996): Einführung in die Biometrie für Biologen und Agrarwissenschaftler. 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
- Lamprecht, J. (1999): Biologische Forschung: von der Planung bis zur Publikation. Neubearb. Aufl., Filander-Verlag, Fürth
- Leber, S. (2003): In 9 Jahren vom mobilen Amphibienschutzzaun zur stationären Schutzanlage. In: Glandt, D., N. Schneeweiß, A. Geiger und A. Kronshage (Hrsg.): Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2: 19 - 135
- Naturschutzbund (2001): Projektantrag und Planungsunterlagen, Naturschutzbund Bezirksgruppe Pankow, unveröffentlicht
- Naturschutzbund (2003): Für Mensch und Natur. Jahresbericht 2003
- Niethammer, J. und F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1 bis 3. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 1978 – 1993
- Polivka, R., U. Kist, P. Gross und B. Beinlich (1991): Zur Funktionsfähigkeit von ACO–Amphibienschutzanlagen an zwei Kreisstraßen im Landkreis Marburg – Biedenkopf. Natur und Landschaft 66 (6-7): 375 – 383
- Schneeweiß, N., M. Wolf und G. Alscher (2003): Zum Verhalten juveniler Amphibien an der stationären Schutzanlage einer Bundesstraße, In: Glandt, D., N. Schneeweiß, A. Geiger und A. Kronshage (Hrsg.): Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2: 137 - 146
- Schneeweiß, N., U. Schneeweiss, I. Tetzlaff (1992): Die Amphibien und Reptilien im Stadtforst Berlin–Buch und auf den aufgeforsteten Rieselfeldern Berlin–Nord, unveröffentlicht, 132 Seiten
- Schneeweiß, N., A. Krone, und R. Baier (2004): Rote Listen und Artenlisten der Lurche (Amphibia) und Kriechtiere (Reptilia) des Landes Brandenburg, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13 (4) Beilage, 35 Seiten
- Schneider, R., M. Wolf, N. Schneeweiß und G. Alscher (2003): Zur Effizienz einer Stelztunnelanlage in der Uckermark. In: Glandt, D., N. Schneeweiß, A. Geiger und A. Kronshage (Hrsg.): Bei-

Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 2:
147 - 158

Schwerdtle, C. (1986): Freilanduntersuchungen über das Wanderungsverhalten von Amphibien am
Gutershofer Weiher (Landkreis Biberach/Riß) und die Wirksamkeit von Amphibien – Schutz-
anlagen. Dissertation, 193 Seiten (unveröff.)

SenStadtUm (Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) (Hrsg.) 1993: Umweltatlas
Berlin, 02.08 Fischfauna, 20 Seiten

Zieger: Informationsmaterial der Firma Zieger, unveröffentlicht

Internetadressen

[A]: <http://www.amphibienschutz.de>

[B]: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de>

[C]: <http://amphibien.bund-naturschutz.de/>

8 Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Berlin, 15. Mai 2005

Ellen Dunkel